رسم وتصنيع الدارات الالكترونية

باستخدام الحاسوب

مهنة الالكترونيات
مهنة الاتصـــالات

موقع الفريد في الفيزياء

الأول الثانوي المهني الصناعي

www.alfreed-ph.com

حقوق التأليف والنشر محفوظة
لوزارة التربية في الجمهورية العربية السورية

موقع الفريد في الفيزياء

حقوق الطبع والتوزيع محفوظة
للمؤسسة العامة للطباعة

طبع لأول مرة للعام الدراسي ٢٠١٢-٢٠١٣ م

www.alfreed-ph.com

رسم وتصنيع الدارات الإلكترونية باستخدام الحاسوب

أشرفت على تأليف هذا الكتاب اللجنة التوجيهية المشكلة بالكتاب الوزاري رقم ٤٣/٤/١٩٠٠(٤/٧) تاريخ ١٢/٤/٢٠١١م

المنسق: المهندسة سوزان الجمال

لجنة التأليف:

المهندسة سوزان الجمال

المهندس عمر بزازة

مساعد المهندس عبد الستار الزراد

مساعد المهندس علي مونس

لجنة التقويم:

الدكتور فؤاد الغالول الدكتور سعيد خراساني

الدكتور بسام لالا الدكتور أيمن الصابوني

لجنة المتابعة والتدقيق :

المهندس رياض جباوي المهندسة سوزان الجمال

المهندس فهمي الأكحل نعيم أبو عراج

الإخراج الفني:

المهندس عمر بزازة نعيم خلف

التدقيق اللغوي: حنان منصور

التنضيد:المهندس عمر بزازة -علي مونس-عبد الستار الزراد

الرسم : المهندس عمر بزازة

محتويات الكتاب

المحتوى	الصفحة
الوحدة الأولى: رسم وتصميم الدارات الإلكترونية باستخدام الحاسوب	7
الوحدة الثانية: تصنيع الدارات الإلكترونية	195
قائمة المصطلحات	257
المراجع	268

الوحدة الأولى
رسم وتصميم الدارات الالكترونية
باستخدام الحاسوب
M27-1

قائمة محتويات الوحدة

رسم وتصميم الدارات الالكترونية باستخدام الحاسوب	رقم الصفحة
مراحل تصميم وتنفيذ الدارات الإلكترونية	15
ميزات EWB	16
خطوات تصميم دارة ما في EWB	17
تنصيب برنامج EWB	18
تشغيل برنامج EWB	23
التعرف إلى واجهة البرنامج EWB	24
قائمة File في برنامج EWB	25
قائمة Edit في برنامج EWB	26
قائمة Circuit في برنامج EWB	27
قائمة Analysis في برنامج EWB	28
قائمة Window في برنامج EWB	29
قائمة Help في برنامج EWB	30
خيارات التحليل والمحاكاة Analysis Options في برنامج EWB	31
التبويب "Global" من خيارات التحليل والمحاكاة Analysis Options	32
التبويب "DC" من خيارات التحليل والمحاكاة Analysis Options	33
التبويب "Transient" من خيارات التحليل والمحاكاة Analysis Options	34
التبويب "Device" من خيارات التحليل والمحاكاة Analysis Options	36
التبويب "Instruments" من خيارات التحليل والمحاكاة Analysis Options	37

قائمة محتويات الوحدة

رسم وتصميم الدارات الالكترونية باستخدام الحاسوب	رقم الصفحة
الأزرار في واجهة البرنامج EWB	38
شريط Sources في برنامج EWB	41
شريط Basic في برنامج EWB	43
شريط Diodes في برنامج EWB	45
شريط Transistors في برنامج EWB	46
شريط Analog ICs في برنامج EWB	47
شريط Mixed ICs في برنامج EWB	49
شريط Digital ICs في برنامج EWB	50
شريط Logic Gates في برنامج EWB	51
شريط Digital في برنامج EWB	52
شريط Indicators في برنامج EWB	53
شريط Controls في برنامج EWB	54
شريط Miscellaneous في برنامج EWB	55
شريط Instruments في برنامج EWB	56
تقييم المعلومات النظرية	57
بناء وتحليل الدارات التماثلية في برنامج EWB	59
قياس الجهد والتيار في برنامج EWB	65
إعادة تسمية المكونات وتغيير قيمها في برنامج EWB	67

قائمة محتويات الوحدة

رسم وتصميم الدارات الالكترونية باستخدام الحاسوب	رقم الصفحة
استخدام أجهزة القياس التماثلية في برنامج EWB	68
جهاز Multimeter في برنامج EWB	68
جهاز Function Generator في برنامج EWB	69
جهاز Oscilloscope في برنامج EWB	69
جهاز Bode Plotter في برنامج EWB	71
تصميم وتحليل دارة توحيد موجة كاملة في برنامج EWB	74
تصميم وتحليل دارة مكبر ترانزستوري _ باعث مشترك	78
حساب نقطة التشغيل الساكنة في برنامج EWB	82
منحني الاستجابة الترددي في برنامج EWB	85
منحني الاستجابة الترددي لدارة تكامل	86
منحني الاستجابة الترددي لدارة تفاضل	87
منحني الاستجابة الترددي لدارة رنين تسلسلية	88
تنسيق الدارة في برنامج EWB	89
تحريك ودوران المكونات في برنامج EWB	89
التحكم في خطوط التوصيل في برنامج EWB	90
استخدام المكونات والأجهزة الرقمية في برنامج EWB	93
استخدام البوابات المنطقية الأساسية والمشتقة في برنامج EWB	93
استخدام مولد الكلمات في برنامج EWB	96

قائمة محتويات الوحدة

رسم وتصميم الدارات الالكترونية باستخدام الحاسوب	رقم الصفحة
استخدام الدارات المتكاملة المنطقية في برنامج EWB	101
شرح وتوضيح المحلل الرقمي في برنامج EWB	105
ربط مولد كلمات مع محلل الإشارات المنطقية في برنامج EWB	106
ربط مولد كلمات مع وحدات إظهار رقمية في برنامج EWB	107
استخدام المحول المنطقي Logic Converter في برنامج EWB	108
تدريبات على استخدام المحول المنطقي في برنامج EWB	112
استخدام الدارات المتكاملة الخطية Analog ICs في برنامج EWB	113
استخدام الدارات الهجينة Mixed ICs في برنامج EWB	115
تصميم وتحليل دارة مولد نبضات باستخدام دارة المؤقت الشهيرة 555	116
استخدام الدارات الجزئية Subcircuit في برنامج EWB	118
إنشاء دارة جزئية تضم مكبر باعث مشترك في برنامج EWB	119
أخطاء ومشاكل محتملة Errors عند تصميم وتحليل الدارات في برنامج EWB	123
التدريبات العملية لوحدة رسم وتصميم الدارات الإلكترونية بمعونة الحاسوب	126
التمرين الأول: دارة تيار مستمر تحوي مقاومة	127
التمرين الثاني: دارة تيار مستمر مكونة من مقاومتين على التسلسل	131
التمرين الثالث: دارة تيار مستمر مكونة من مقاومتين على التوازي	135
التمرين الرابع: ثلاث مقاومات موصولة بشكل مختلط	139
التمرين الخامس: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة وملفاً على التسلسل	143

قائمة محتويات الوحدة

رسم وتصميم الدارات الالكترونية باستخدام الحاسوب	رقم الصفحة
التمرين السادس: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة ومكثفاً على التسلسل	147
التمرين السابع: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة ومكثفاً وملفاً على التسلسل	151
التمرين الثامن: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة ومكثفاً على التفرع	155
التمرين التاسع: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة وملفاً على التفرع	159
التمرين العاشر: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة وملفاً ومكثفاً على التفرع	163
التمرين الحادي عشر: دارة منظم جهد باستخدام ترانزستور npn	167
التمرين الثاني عشر: دارة مكبر ترانزستوري_مشع مشترك	171
التمرين الثالث عشر: دارة مكبر ترانزستوري_مجمع مشترك	175
التمرين الرابع عشر: دارة مكبر ترانزستوري_قاعدة مشتركة	179
التمرين الخامس عشر: دارة مكبر باستخدام تشكيلة دارلنغتون	183
التمرين السادس عشر: دارة مذبذب باستخدام 555	187
التمرين السابع عشر: دارة مكبر صوتي	191

مقدمة

بعد تطور وانتشار الدارات والأجهزة الإلكترونية بمختلف أنواعها وزيادة الطلب عليها، أصبح بناء التصميم العملي لدارة إلكترونية وإجراء الفحوص عليها، ومن ثم تعديلها وإصلاح أخطاء التصميم يستغرق وقتاً طويلاً وجهداً كبيراً، مما يعيق عملية التطوير السريع ويزيد صعوبة العمل.

لذلك قامت بعض شركات البرمجة بتصميم وابتكار عدة برامج حاسوبية تقوم بتسهيل عملية التصميم للدارة الإلكترونية ومحاكاتها (أي تقليد السلوك الفعلي للدارة) وإجراء الفحوص والاختبارات الإلكترونية اللازمة مما أدى إلى التوفير في الوقت والجهد اللازمين لذلك وتخفيض استهلاك العناصر الإلكترونية.

تقوم هذه البرامج الحاسوبية بتصميم الدارات الإلكترونية المختلفة ومحاكاة سلوكها وتجريبها وإظهار النتائج على شاشة الحاسوب وتخزينها كملف إلكتروني.

تهتم هذه الوحدة بشرح برنامجين هامين الأول "Electronics Workbench" واختصاراً EWB هو برنامج هام في حقل رسم الدارات الإلكترونية وإجراء المحاكاة الإلكترونية لها، والثاني هو برنامج "Ultiboard" المختص برسم الدارات المطبوعة.

عزيزي الطالب يتوقع منك بعد الانتهاء من هذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

1. تتعرف الدارة المطبوعة وأنواعها وطرائق تصنيعها.
2. تتعرف برنامج EWB .
3. تتعرف برنامج Ultiboard .
4. ترسم الدارة الإلكترونية في برنامج EWB .
5. تقوم بضبط قيم العناصر.
6. تقوم بوصل أجهزة القياس المختلفة إلى الدارة الإلكترونية ضمن برنامج EWB .
7. تقوم بضبط أجهزة القياس المختلفة.
8. تقوم بحفظ الملف وتصديره بصيغة مناسبة إلى برنامج Ultiboard .
9. تقوم برسم الدارة المطبوعة باستخدام برنامج Ultiboard .
10. تطبع الدارة المطبوعة على شفافية.
11. تجري عملية النسخ الضوئي.
12. تجري عملية المعالجة (الحفر) بالحمض.
13. تقوم بتثقيب اللوحة المطبوعة وتثبيت العناصر عليها ولحامها.
14. تختبر الدارة المطبوعة.

المعلومات النظرية

1-1 مراحل تصميم وتنفيذ الدارات الإلكترونية

تعتبر الدارة المطبوعة حجر الأساس الذي يقوم بحمل العناصر الإلكترونية، وتشكل شبكة أسلاك الربط والتوصيل بين هذه العناصر.

وقد ساعدت كثيراً في تصغير حجم هذه الأجهزة والمعدات الإلكترونية إلى حد كبير مما أدى إلى سهولة وسرعة كبيرة في التصنيع وزيادة الإنتاج وسرعة تطوير الأجهزة والدارات الإلكترونية .

لإنجاز دارة مطبوعة لدارة الكترونية يجب علينا أن نتبع خطوات عدة هي:

- الفهم الدقيق للعناصر الإلكترونية وعملها وكيفية ربطها مع بعضها لتشكيل دارة إلكترونية ما.
- وضع المخطط الإلكتروني للدارة.
- إجراء الاختبارات والقياسات الإلكترونية اللازمة باستخدام برامج المحاكاة الإلكترونية .
- بناء دارة تجريبية وإجراء الاختبارات والقياسات الإلكترونية الفعلية باستخدام أجهزة القياس العملية.
- تعديل التصميم للحصول على أفضل النتائج بأبسط شكل للدارة وأقل كلفة ممكنة.
- بعد التأكد من صلاحية التصميم وأفضليته يتم رسم اللوحة المطبوعة بأحد برامج الرسم.
- طباعة الدارة المطبوعة وتجهيز الشفافيات الخاصة بها.
- إجراء عملية النسخ الضوئي.
- إجراء عملية المعالجة (الحفر) بالحمض.
- تنظيف اللوحة المطبوعة وتثقيبها وتجهيزها.
- تركيب العناصر على لوحة الفيبر.
- إجراء الاختبارات العملية للوحة المطبوعة.

Electronics Workbench Program

2-1 برنامج "Electronics Workbench"

يعتبر برنامج "Electronics Workbench" أحد البرامج الحاسوبية الإلكترونية التي تقوم بعملية تصميم ومحاكاة الدارات الإلكترونية.

وتعني عبارة "Electronics Workbench " منضدة العمل الإلكترونية، وسنرمز لها اختصاراً بالرمز "EWB".

يتصف برنامج EWB بالعديد من الصفات الحسنة والمفضلة نذكر منها:

- البساطة وسهولة الاستخدام والتعامل معه بجميع خياراته.
- يمكن إدراج أي عنصر بسحب هذا العنصر من القائمة ووضعه على منضدة العمل ومن ثم إفلاته.
- يمكن التحكم بأي عنصر وتحريكه باستخدام الفأرة.
- يتيح لنا إمكانية تعديل محددات وثوابت هذه العناصر.
- يحتوي على عدد كبير من العناصر والقطع الإلكترونية.
- يمكن تصميم وتحليل الدارات التماثلية والرقمية.
- يحتوي على العديد من أجهزة القياس مشابهة لتلك المستخدمة في المعامل.
- يحتوي على وسائل تحليل عديدة.
- إمكانية حفظ التصميم في ملف إلكتروني.
- إمكانية تصدير ملف الدارة إلى عدة صيغ مناسبة لأشهر برامج الرسم الإلكتروني.

برنامج Electronics Workbench

3-1 خطوات تصميم دارة ما في EWB

بعد وضع المخطط النظري للدارة الإلكترونية وإجراء الحسابات اللازمة لبنائها، نتبع الخطوات الآتية :

1. تشغيل برنامج EWB.
2. اختيار العناصر والمكونات الإلكترونية اللازمة والمناسبة ووضعها على منضدة (مساحة) العمل.
3. وصل هذه العناصر وبناء نموذج للدارة المصممة وفق المخطط النظري للدارة.
4. تشغيل الدارة وفحصها واختبارها عن طريق نظام المحاكاة وأجهزة القياس الموجودة ضمن البرنامج للتأكد من عملها طبقاً للمواصفات المطلوبة.
5. عند اكتشاف أي خطأ في تشغيل الدارة أو في النتائج نعود إلى الخطوة رقم (2) لتعديل التصميم.
6. تخزين ملف الدارة باسم مناسب يعبر عن الدارة أو عن وظيفتها والاحتفاظ به.
7. تصدير ملف الدارة المختبرة بصيغة مناسبة لبرنامج رسم وتصميم اللوحات المطبوعة (PCB) (Printed Circuit Board).

يمكننا بعد ذلك رسم اللوحة المطبوعة للدارة الإلكترونية باستخدام برنامج رسم وتصميم اللوحات المطبوعة المفضل لإنتاج لوحة الدارة النهائية ومن ثم اختبارها الفعلي.

تنصيب برنامج EWB

4-1 تنصيب برنامج EWB

لتنصيب برنامج "EWB 5.12" على جهاز الحاسوب نتبع الخطوات الآتية:

1. نضع القرص المضغوط CD- ROM الخاص ببرنامج EWB داخل سواقة الأقراص المدمجة.
2. نقوم بتشغيل ملف التنصيب Setup.exe والذي يوجد على الأغلب على المسار الأساسي للسواقة مثل(H:\ ) كما يبين الشكل(1-1).

الشكل(1-1)

3. تظهر شاشة الترحيب (Welcome) بالبرنامج كما يبين الشكل(1-2).

تنصيب برنامج EWB

الشكل(1-2)

4. ننقر زر "Next" فيظهر إطار تحديد مجلد التنصيب (Installation Directory) المبين في الشكل(1-3).

الشكل(1-3)

حيث يتيح لنا تحديد المجلد الذي نريد تنصيب البرنامج فيه (يكون بشكل افتراضي "C:\Program Files\EWB512").

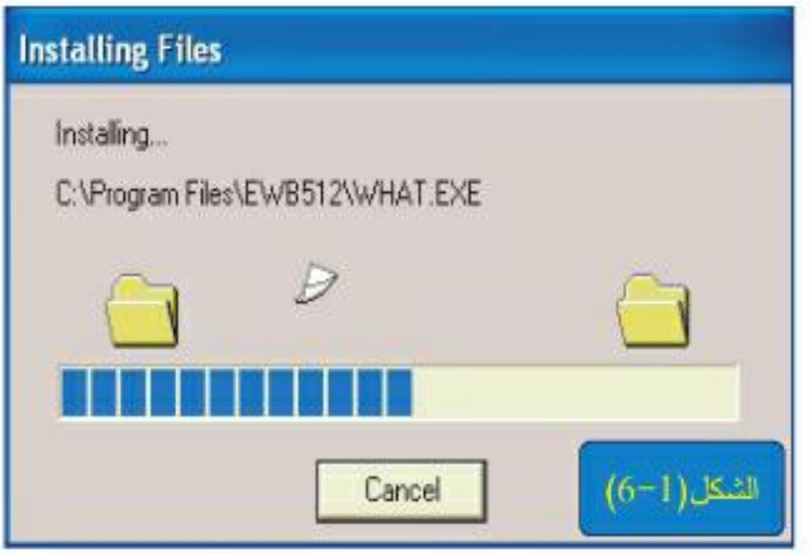
5. نترك اسم المجلد كما هو ثم ننقر الزر "Next" عندها يظهر إطار تحديد اسم الاختصار للبرنامج في قائمة البرامج (Select Shortcut Folder) المبين بالشكل(1-4).

الشكل(1-4)

6. نترك اسم المجلد الافتراضي "Electronics Workbench" كما هو ثم ننقر الزر "Next" عندها يظهر إطار جاهز للتنصيب (Ready to Install) المبين بالشكل (1-5).

الشكل(1-5)

7. ننقر زر "Finish" فيبدأ البرنامج عملية التنصيب كما يبين الشكل(1-6).



الشكل(1-6)

الشكل(1-7)

8. عند انتهاء تنصيب البرنامج يظهر إطار الانتهاء "Finished" كما يبين الشكل (1-7).
9. بنقر زر "Finish" نكون قد انتهينا من عملية تنصيب البرنامج.

بدء العمل ببرنامج EWB

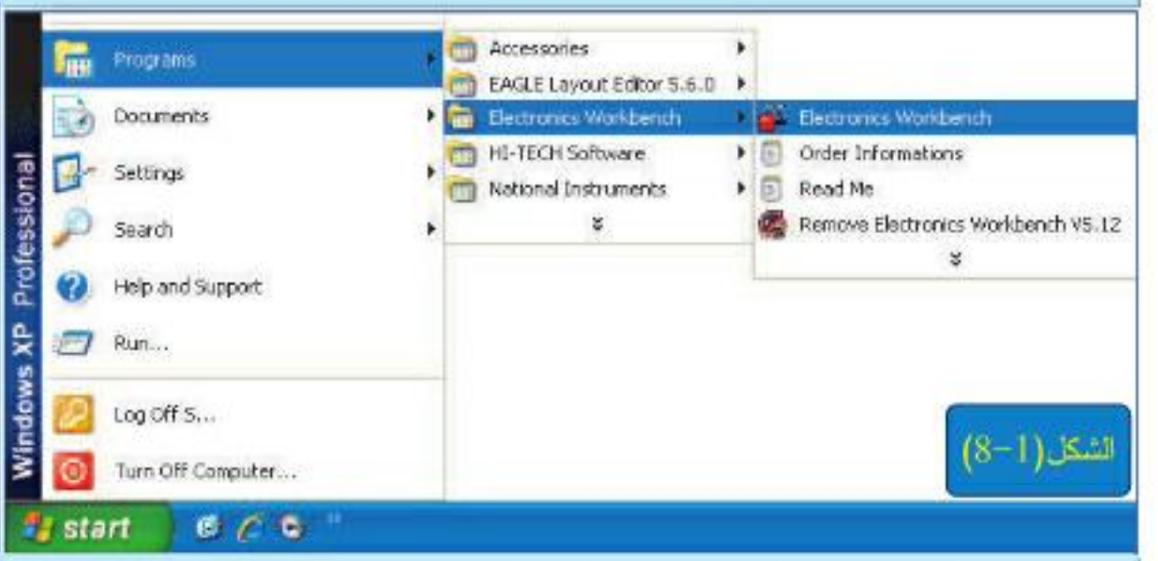
5-1 تشغيل برنامج EWB

يمكن تشغيل البرنامج بأحد الخيارات الآتية:

1. نقر اختصار البرنامج الموجود على سطح المكتب.
2. من قائمة البرامج نفذ حسب الاتي:

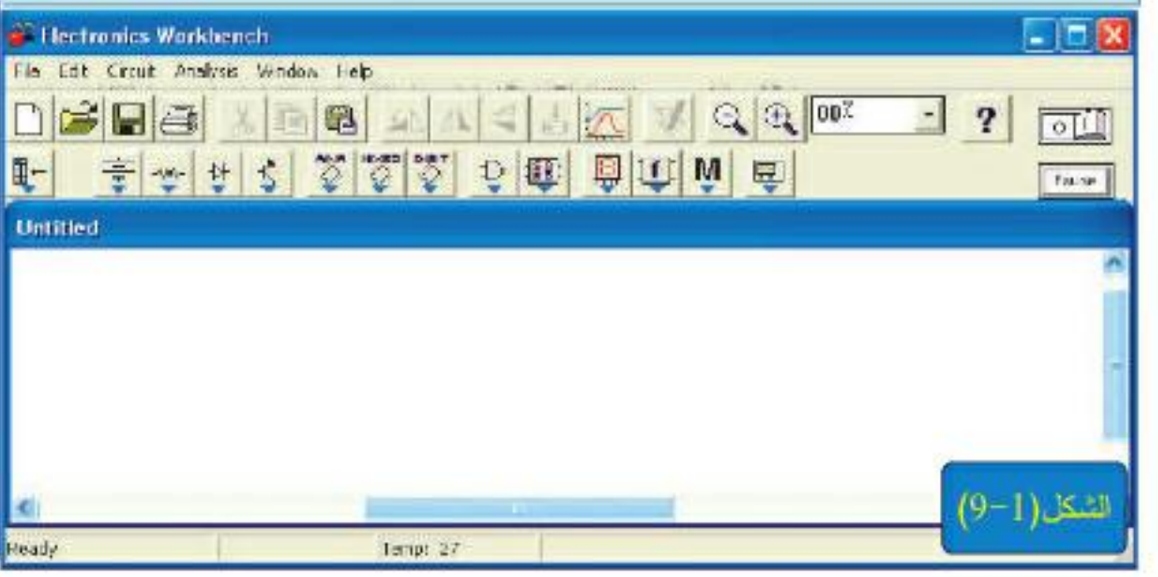
" Programs" ► "Electronics Workbench" ► " Electronics Workbench "

كما يبين الشكل(1-8).



الشكل(1-8)

فيظهر إطار (نافذة البرنامج) كما يبين الشكل(1-9).



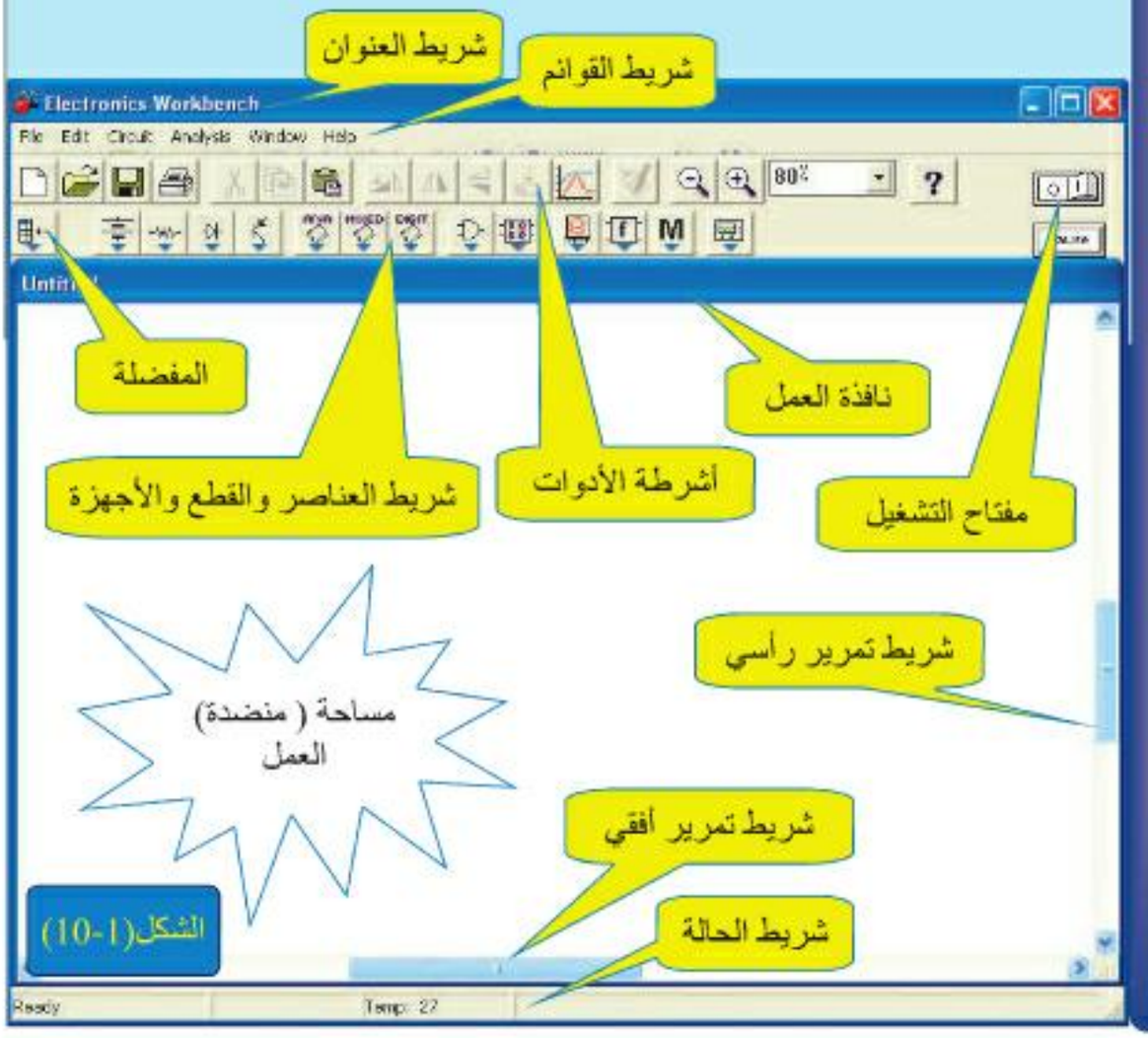
الشكل(1-9)

التعرف إلى واجهة برنامج EWB

6-1 التعرف إلى واجهة البرنامج EWB

كما هو ظاهر في الشكل(1–10) تتألف واجهة البرنامج من الأجزاء الآتية :

1. شريط العنوان
2. شريط القوائم
3. أشرطة الأدوات
4. مفتاح التشغيل
5. المفضلة
6. شريط العناصر والقطع وأجهزة القياس
7. نافذة العمل
8. مساحة (منضدة) العمل
9. أشرطة التمرير الأفقي والرأسي
10. شريط الحالة



الشكل(1-10)

القائمة File

7-1 شريط القوائم

يقع في أعلى نافذة البرنامج ويضم كلاً من القوائم الآتية:

(File, Edit, Circuit, Analysis, Window, Help)

1-7-1 قائمة File

بالنقر على الأمر "**File**" (ملف) تنسدل القائمة "**File**" كما يبين الشكل(1-11)، وهي تضم الأوامر الخاصة بالتعامل مع الملفات (فتح، حفظ، استيراد، .....).

ويبين الجدول(1-1) معظم هذه الأوامر وعملها واختصار لوحة المفاتيح لكل منها إن وجد.

الشكل(1-11)

الجدول(1-1) يبين أوامر قائمة "File"

الأمر	الوظيفة أو العمل	الاختصار
New	إنشاء ملف جديد.	Ctrl+N
Open	فتح ملف موجود.	Ctrl+O
Save	حفظ الملف باسمه الحالي.	Ctrl+S
Save As	حفظ الملف باسم جديد.	
Revert to Saved	استرجاع نسخة الملف السابقة.	
Import	استيراد ملف.	
Export	تصدير ملف.	
Print	طباعة.	Ctrl+P

القائمة Edit

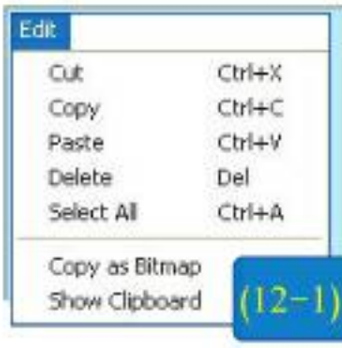
تتمة الجدول(1-1) الذي يبين أوامر قائمة "File"

الأمر	الوظيفة أو العمل	الاختصار
Print Setup	إعدادات الطباعة	
Exit	إنهاء البرنامج	Alt+F4
Install	إضافة عنصر أو مكون	

2-7-1 قائمة Edit

بالنقر على الأمر "**Edit**" (تحرير) تنسدل القائمة "**Edit**" كما يبين الشكل(1-12)، وهي تضم الأوامر الخاصة بتحرير الملف.

ويبين الجدول(1-2) معظم هذه الأوامر وعملها



الشكل(1-12)

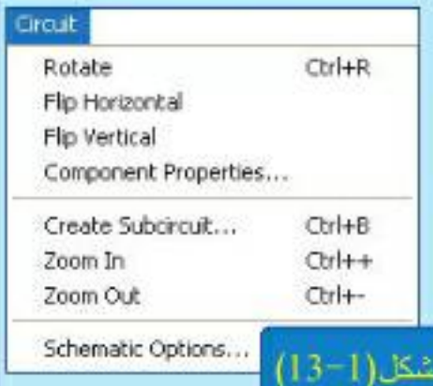
الجدول(1-2) يبين أوامر قائمة "Edit"

الأمر	الوظيفة أو العمل	الاختصار
Cut	قص	Ctrl+X
Copy	نسخ	Ctrl+C
Paste	لصق	Ctrl+V
Delete	حذف	Del
Select All	تحديد الكل	Ctrl+A
Copy as Bitmap	نسخ المخطط كصورة نقطية.	
Show Clipboard	إظهار محتويات الحافظة.	

القائمة Circuit

3-7-1 قائمة Circuit

بالنقر على الأمر "Circuit" (دارة) تنسدل القائمة "Circuit" كما يبين الشكل(1-13) وهي تضم الأوامر الخاصة بالتحكم بالقطع والعناصر الإلكترونية وتغيير خصائصها وتكبير أو تصغير عرض منطقة العمل للدارة الإلكترونية .....الخ. ويبين الجدول(1-3) معظم هذه الأوامر وعملها اختصار لوحة المفاتيح لكل منها إن وجد.



الشكل(1-13)

الجدول(1-3) يبين أوامر قائمة "Circuit"

الأمر	الوظيفة او العمل	الاختصار
Rotate	دوران العنصر المحدد 90° عكس عقارب الساعة.	Ctrl+R
Flip Horizontal	انعكاس العنصر المحدد أفقياً.	
Flip Vertical	انعكاس العنصر المحدد عمودياً (رأسياً).	
Component Properties	إظهار إطار يبين خصائص العنصر المحدد .	
Create Subcircuit	إنشاء دارة جزئية حيث يتم تجميع عدد العناصر وتوصيلاتها في دارة جزئية، تظهر كمستطيل ضمن الدارة الرئيسية.	Ctrl+B
Zoom In	تكبير.	Ctrl + +
Zoom Out	تصغير.	Ctrl + -
Schematic Options	إظهار إطار يبين خيارات خاصة بالمخطط والتوصيلات.	

القائمة Analysis

4-7-1 قائمة Analysis

بالنقر على الأمر "**Analysis**" (تحليل) تنسدل القائمة "**Analysis**" كما يبين الشكل(1-14)، وتضم الأوامر الخاصة بتشغيل وتحليل الدارة الموجودة في منطقة العمل، وخيارات تعديل العوامل والثوابت الأساسية **(Parameter)** لأجهزة القياس والتحليل في البرنامج، وطرائق التحليل المختلفة.....الخ.

ويبين الجدول(1-4) معظم هذه الأوامر وعملها واختصار لوحة المفاتيح لكل منها إن وجد.

الشكل(1-14)

الجدول(1-4) يبين أوامر قائمة "Analysis"

الأمر	الوظيفة أو العمل	الاختصار
Activate	تشغيل الدارة	Ctrl+G
Resume	إيقاف مؤقت أو متابعة التشغيل	F9
Stop	إيقاف	Ctrl+T
Analysis Options	تعديل خيارات وثوابت المحاكاة (التجريب)	Ctrl+Y
Dc Operating Point	يعطي قيم وجهود التشغيل الساكن في نقاط الدارة	Ctrl+B
Ac Frequency	حساب استجابة الدارة (سوية الجهد وفرق الطور) تبعاً للتردد	
Transient	تحديد وقت الحالة العابرة وحساب استجابة الحالة العابرة	

القائمة Window

تتمة الجدول(1-4) يبين بقية أوامر قائمة "Circuit"

الأمر	الوظيفة أو العمل	الاختصار
Fourier	تحليل فورييه.	
Monte Carlo	تحليل إحصائي يبين تغير أداء الدارة مع تغير المحددات.	
Display Graphs	نافذة متعددة الأغراض لعرض نتائج التحليل وحساب الدارة الإلكترونية والرسوم البيانية للدارة.	

5-7-1 قائمة Window

بالنقر على الأمر "**Window**" (نافذة) تنسدل القائمة "**Window**" كما يبين الشكل(1-15)، وتضم الأوامر الخاصة بترتيب النوافذ المفتوحة وإظهارها.

ويبين الجدول(1-5) معظم هذه الأوامر وعملها واختصار لوحة المفاتيح لكل منها إن وجد.

الشكل(1-15)

الجدول(1-5) يبين أوامر قائمة "Window"

الأمر	الوظيفة أو العمل	الاختصار
Arrange	ترتيب النوافذ المفتوحة.	Ctrl+W
1 circuit	فتح نافذة الدارة.	
3 Description	نافذة الوصف والملاحظات.	Ctrl+D

القائمة Help

6-7-1 قائمة Help

بالنقر على الأمر "**Help**" (مساعدة) تنسدل القائمة "**Help**" كما يبين الشكل(1-16)، وهي تضم الأوامر الخاصة بالمساعدة والشروح الخاصة بالبرنامج.
ويبين الجدول(1-6) معظم هذه الأوامر وعملها واختصار لوحة المفاتيح لكل منها إن وجد.

الشكل(1-16)

الجدول(1-6) يبين أوامر قائمة "Help"

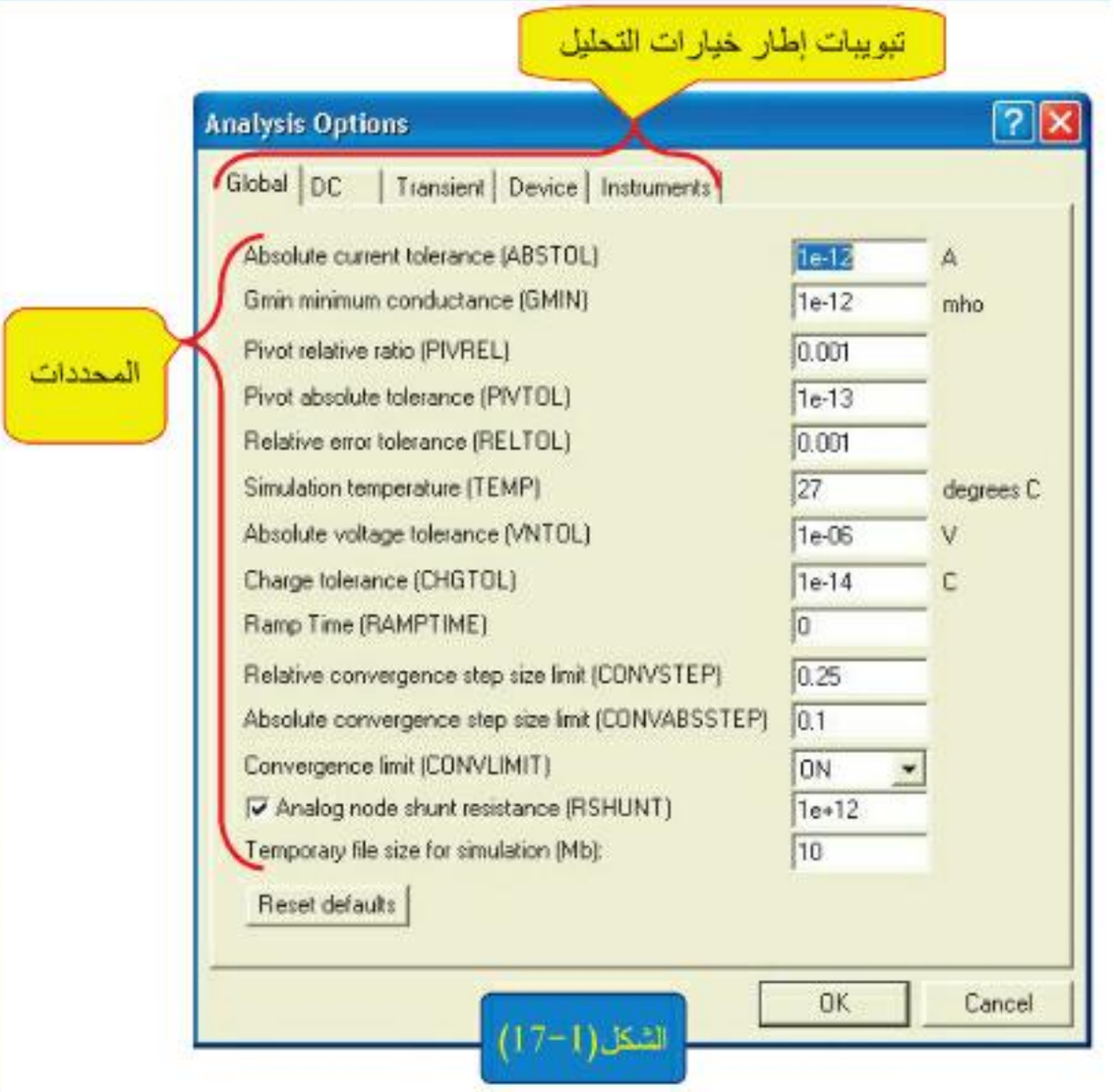
الأمر	الوظيفة أو العمل	الاختصار
Help	المساعدة.	F1
Help Index	فهرس المساعدة.	
Release Note	ملاحظات حول إصدار البرنامج.	
About Electronics Workbench	حول برنامج "Electronics Workbench"	

8-1 خيارات التحليل والمحاكاة Analysis Options

الأمر "**Analysis Options**" من القائمة "**Analysis**" يمكننا من التحكم بالعديد من محددات وسمات ووضعيات المحاكاة واختيار تقنيات المحاكاة وكيفية رؤية نتائج المحاكاة .....الخ.

عند اختيار الأمر "**Analysis Options**" يظهر إطار "Analysis Options" كما يبين الشكل(1-17) حيث يحتوي على خمسة تبويبات (صفحات) هي:

Global , DC , Transient , Device , Instruments



الشكل(1-17)

Analysis Options (Global)

1-8-1 التبويب عام "Global"

يضم التبويب "**Global**" المحددات العامة للتحليل كما يبين الشكل(1-17) السابق.
أما الزر "**Reset defaults**" فيستخدم لإرجاع هذه المحددات إلى القيم الافتراضية والتي تعتبر ملائمة لاختبار معظم الدارات وينصح بعدم تغييرها.
ويبين الجدول(1-7) أهم هذه المحددات.

الجدول(1-7) أهم محددات التبويب "Global"

المحدد	العمل (الوصف)	القيمة الافتراضية	الواحدة	القيم المنصوح بها
ABSTOL	القيمة المطلقة لقيمة الخطأ المسموح به لحساب التيارات في الدارة	1.10^{-12}	A أمبير	
GMIN	ناقلية فرع الدارة المفتوح	1.10^{-12}	Mho $1/\Omega$	عدم التعيير
RELTOL	درجة دقة التحليل والمحاكاة كلما كان أصغر كانت دقة النتائج أعلى لكن تنخفض سرعة المحاكاة	0.001		من 10^{-6} إلى 0.01
TEMP	درجة الحرارة	27 C°		
VNTO	القيمة المطلقة لقيمة الخطأ المسموح به لحساب الجهود في الدارة	1.10^{-6}	V فولت	

Analysis Options (DC)

تتمة الجدول(1-7) الذي يبين أهم محددات التبويب "Global"

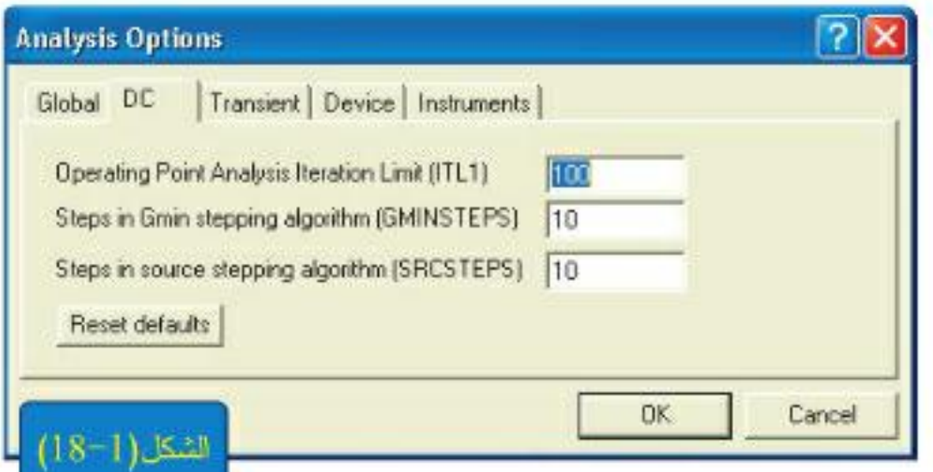
المحدد	العمل (الوصف)	القيمة الافتراضية	الواحدة	القيم المنصوح بها
CHGTO	مقدار السماحية في حساب الشحنة	1.10^{-14}	C كولون	
RAMPTIME	زمن وصول منبع التغذية إلى قيمته الاسمية	0	Sec ثانية	
CONVLIMIT	تفعيل أو تعطيل تقريب الحساب اللوغاريتمي المستخدم في بعض نماذج المكونات الداخلية	ON		
RSHUNT	قيمة المقاومة التي تضاف بين نقاط التفرع في الدارة والأرضي. وكلما نقصت هذه القيمة قلت دقة النتائج	1.10^{12}	Ω أوم	
Temporary file size for simulation	الحجم الأعظمي للملف المستخدم لتخزين نتائج المحاكاة	10	MB	

2-8-1 التبويب مستمر "DC"

يضم التبويب "**DC**" المحددات الخاصة بتحليل وحساب نقطة التشغيل المستمر، كما يبين الشكل(1-18).

أما الزر "**Reset defaults**" فيستخدم لإرجاع هذه المحددات إلى القيم الافتراضية ويبين الجدول(1-8) أهم هذه المحددات.

Analysis Options (Transient)



الشكل(1-18)

الجدول(1-8) أهم محددات التبويب "DC"

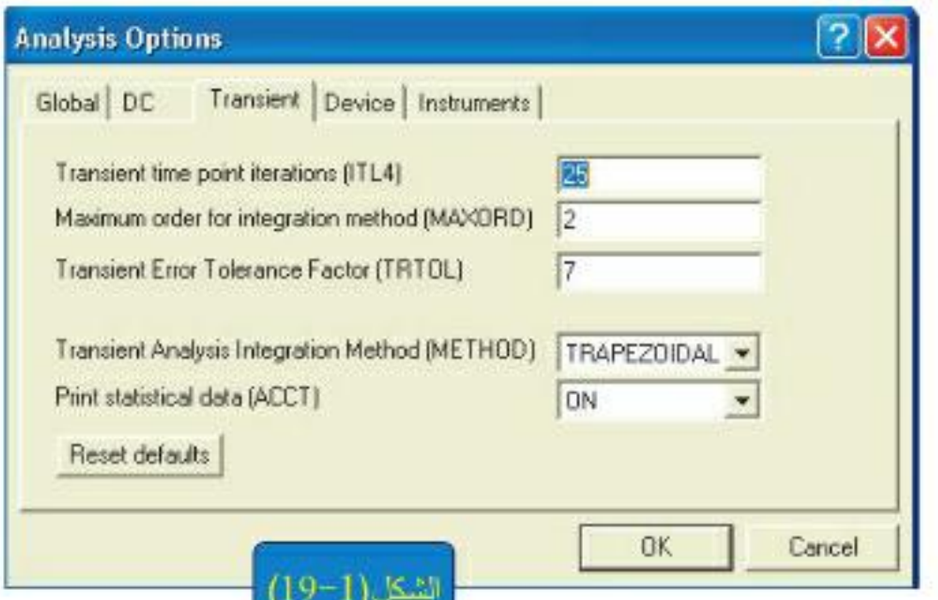
المحدد	العمل (الوصف)	القيمة الافتراضية
ITL 1	العدد الأقصى لتكرار تحليل نقطة التشغيل المستمر DC . إذا تلقينا رسالة "No convergence in DC analysis" عندها يفضل زيادة قيمة هذا المحدد إلى 500 أو 1000	100

3-8-1 التبويب حالة عابرة "Transient"

يضم التبويب "**Transient**" المحددات الخاصة بتحليل وحساب الحالة العابرة، كما يبين الشكل(1-19).

وكالعادة الزر "**Reset defaults**" يستخدم لإرجاع هذه المحددات إلى القيم الافتراضية ويبين الجدول(1-9) أهم هذه المحددات.

Analysis Options (Transient)



الشكل(1-19)

الجدول(1-9) أهم محددات التبويب "Transient"

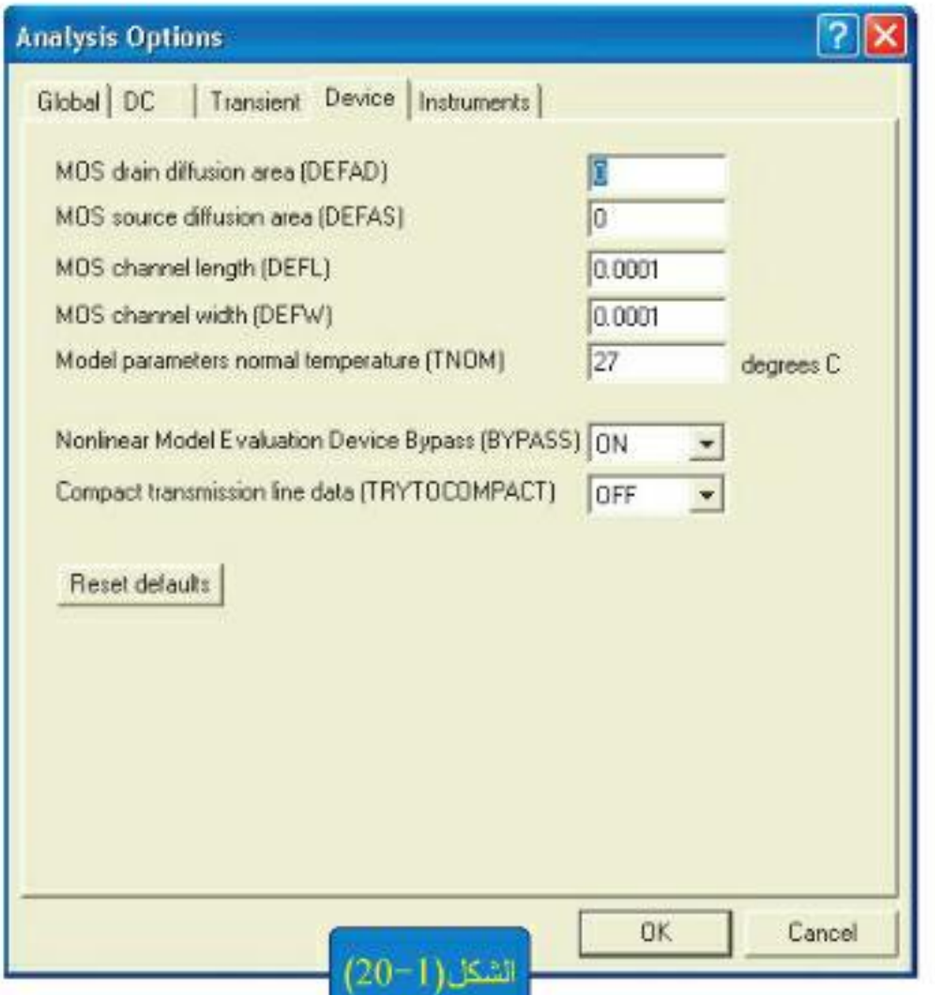
المحدد	العمل (الوصف)	القيمة الافتراضية
ITL 4	مدى تكرار حساب النقطة العابرة. بزيادة هذه القيمة نزيد من وقت المحاكاة وبنقصانها يزداد احتمال عدم التقارب إلى النتائج الصحيحة وفي حال تلقينا الرسالة Time step too small أو الرسالة No convergence in the transient analysis نزيد قيمة هذا المحدد.	من 10 إلى 25

Analysis Options (Device)

4-8-1 التبويب أداة "Device"

يضم التبويب "**Device**" على محددات خاصة بترانزستورات MOSFET والعناصر اللاخطية كما يبين الشكل(1-20)، والتي يفضل عدم تغييرها إلا بمقتضى المعلومات الصادرة عن الشركات المصنعة لهذه العناصر.

أما الزر "**Reset defaults**" فيستخدم لإرجاع هذه المحددات إلى القيم الافتراضية لهذه المحددات والمناسبة لاختبار وتحليل أغلب الدارات.

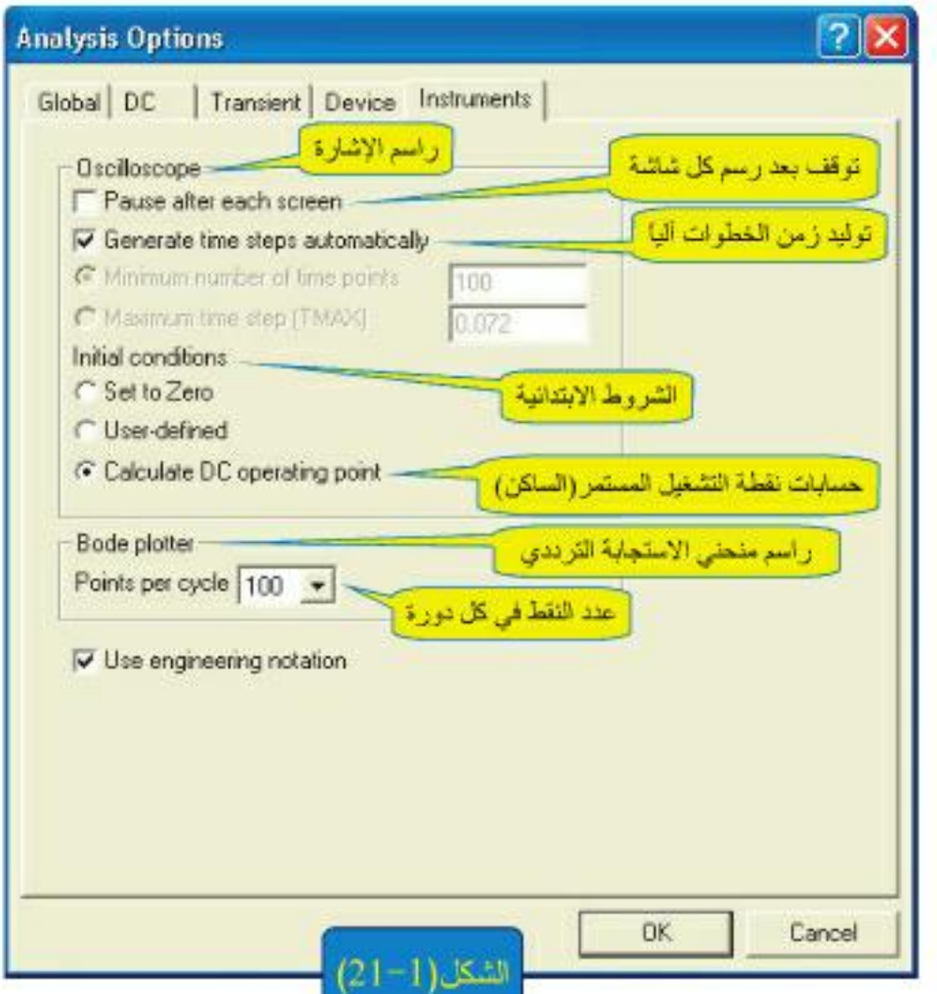


الشكل(1-20)

Analysis Options (Instruments)

5-8-1 التبويب أجهزة الفحص "Instruments"

يضم التبويب "**Instruments**" على المحددات الخاصة براسم الإشارة وراسم منحني الاستجابة الترددية، كما يبين الشكل(1-21).



الشكل(1-21)

الأزرار في واجهة البرنامج EWB

9-1 الأزرار

كما نلاحظ فإن واجهة البرنامج تضم العديد من الأزرار كما يبين الشكل(1-22)، ويبين الجدول(1-10) وظائف هذه الأزرار.

الشكل(1-22)

الجدول(1-10) يبين الأزرار في واجهة البرنامج

الزر	اسم الزر	العمل	الاختصار
	New	جديد (لإنشاء ملف جديد).	Ctrl+N
	Open	فتح (لفتح ملف موجود).	Ctrl+O
	Save	حفظ (لحفظ الملف الحالي).	Ctrl+N
	Print	طباعة.	Ctrl+P
	Cut	قص العنصر المحدد.	Ctrl+X
	Copy	نسخ العنصر المحدد.	Ctrl+C
	Past	لصق العنصر الذي تم نسخه أو قصه.	Ctrl+V
	Rotate	دوران العنصر المحدد 90° عكس عقارب الساعة	Ctrl+R
	Flip Horizontal	قلب أفقي (عكس العنصر حول محور رأسي).	
	Flip Vertical	قلب عمودي (عكس العنصر حول محور أفقي).	

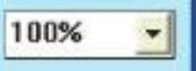
الأزرار في واجهة البرنامج EWB

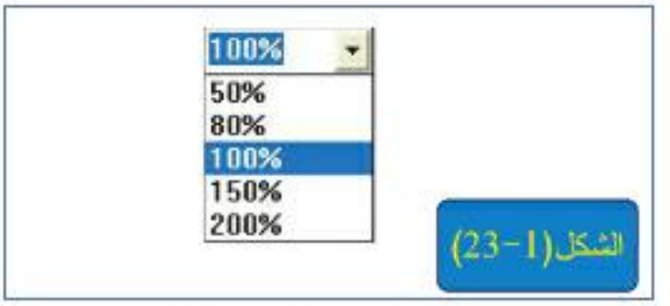
تتمة الجدول(I-10) الذي يبين الأزرار في واجهة البرنامج

الزر	اسم الزر	العمل	الاختصار
	Create Subcircuit	إنشاء دارة جزئية.	Ctrl+B
	Display Graphs	إظهار شاشة رسوم التحليل.	
	Component Properties	إظهار خصائص المكونات (العنصر المحدد).	
	Zoom Out	تصغير.	Ctrl + -
	Zoom In	تكبير.	Ctrl + +
	Help	المساعدة والشروح.	
	Favorites	المفضلة (لإضافة الأزرار المرغوب فيها).	
	Sources	منابع التغذية وبعض الإشارات (كالجهود والتيارات .....).	
	Basic	العناصر الأساسية (مقاومات،ملفات،مكثفات...).	
	Diodes	الثنائيات (العادية ، زينر،الجسرية، LED...).	
	Transistors	الترانزستورات (BJT, FET , MOSFET).	
	Analog ICs	دارات متكاملة خطية (مكبر عمليات، حلقة إقفال الطور PLL).	

الأزرار في واجهة البرنامج EWB

تتمة الجدول(1-10) الذي يبين الأزرار في واجهة البرنامج

الزر	اسم الزر	العمل	الاختصار
	Mixed ICs	دارات متكاملة مختلطة (خطية رقمية).	
	Digital ICs	دارات متكاملة رقمية (TTL , CMOS).	
	Logic Gates	بوابات منطقية أساسية ومشتقة.	
	Digital	عناصر رقمية (قلابات، عدادات ، مسجلات إزاحة.....).	
	Indicators	مؤشرات إظهار (مقياس جهد،مقياس أمبير، لمبة، مؤشر رقمي ...).	
	Controls	عناصر تحكمية.	
	Miscellaneous	عناصر متنوعة (فيوز، قاطعة حرارية، خطوط نقل .....).	
	Instruments	معدات وأجهزة قياس (أفوميتر ، راسم إشارة.....).	
	Scale Factor	نسبة أو عامل التكبير بنقر السهم يمكننا التحكم بنسبة التكبير كما يبين الشكل(1-23).	
	Activates Simulation	زر التشغيل.	
	Pause Simulation	إيقاف مؤقت.	
	Resume Simulation	متابعة التشغيل.	



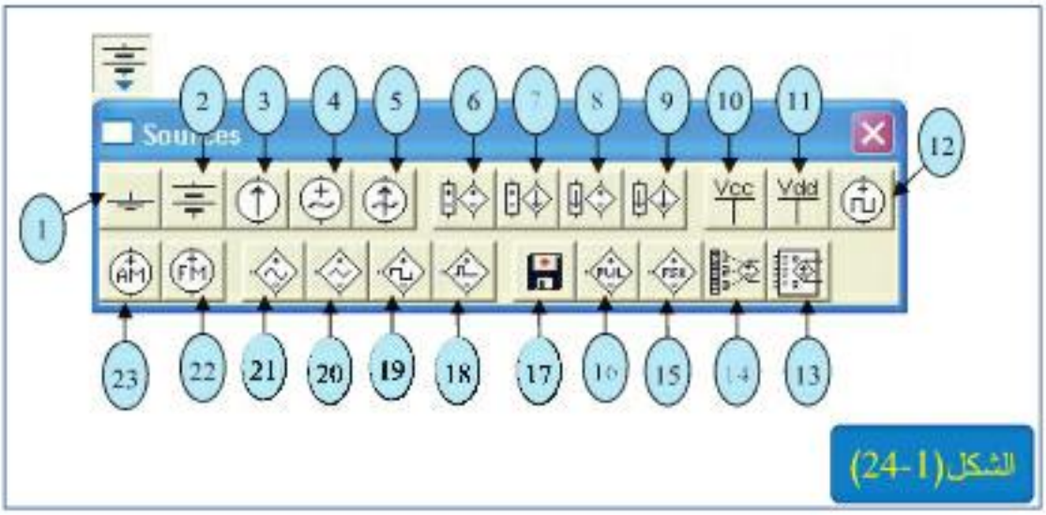
الشكل(1-23)

10-1 أشرطة العناصر والأدوات والأجهزة

يقدم لنا برنامج EWB الكثير من العناصر والمكونات إضافة إلى العديد من أجهزة القياس والتحليل، حيث يتم ترتيبها وتصنيفها ضمن عدة أشرطة يمكن استخدامها بسهولة ويسر.

1-10-1 شريط Sources

يضم هذا الشريط العديد من منابع التغذية المستمرة أو المتناوبة (منبع جهد V أو منبع تيار I)، ومولدات إشارات مختلفة كما يبين الشكل(1-24)، ويبين الجدول(1-11) عمل هذه الأزرار.



الشكل(1-24)

شريط الأدوات Sources

الجدول(1-11) يبين عمل الأزرار في شريط Source

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	أرضي.	8	مصدر جهد متحكم به بالتيار.
2	بطارية (منبع جهد مستمر).	9	مصدر تيار متحكم به بالتيار.
3	مصدر تيار مستمر.	10	مصدر جهد $+V_{cc}$
4	مصدر جهد متناوب.	11	مصدر جهد $+V_{dd}$
5	مصدر تيار متناوب.	12	مولد نبضات ساعة.
6	مصدر جهد متحكم به بالجهد.	13	مصدر لاخطي تبعاً لعلاقة نكتبها.
7	مصدر تيار متحكم به بالجهد.	14	مصدر تابع لثلاثة مصادر دخل وفق علاقة معطاة.

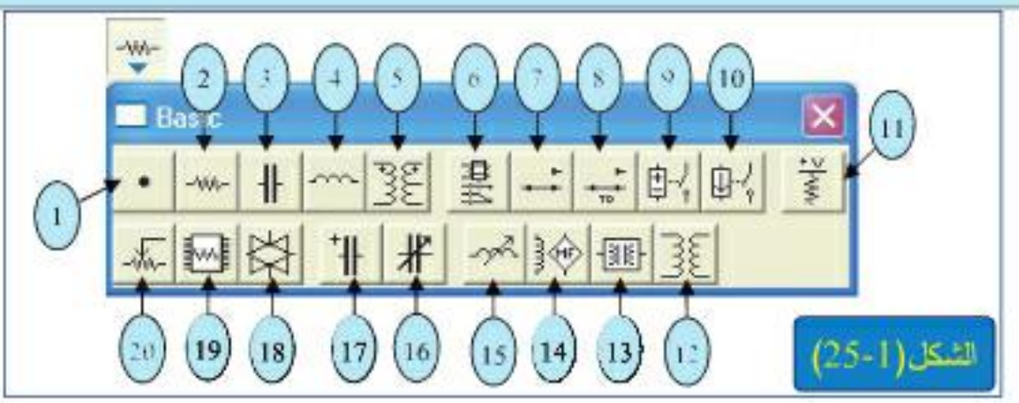
شريط الأدوات Basic

تتمة الجدول(1-11) الذي يبين عمل الأزرار في شريط Source

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
15	FSK تعديل نبضي بإقفال التردد.	19	مولد موجة مربعة متحكم به بالجهد.
16	PWL مصدر تشكيل إشارة يمكن التحكم به بالجهد بإدخال خمسة أزواج من الإحداثيات X,Y	20	مولد موجة مثلثية متحكم به بالجهد.
17	PWL مصدر تشكيل إشارة يمكن التحكم به بإدخالات للزمن والجهد مخزنة في ملف نصي	21	مولد موجة جيبية متحكم به بالجهد.
18	مولد نبضة متحكم به.	22	مصدر إشارة معدلة ترددياً.

2-10-1 شريط Basic

يضم هذا الشريط العديد من العناصر الإلكترونية الأساسية، كما يبين الشكل(1-25)، ويبين الجدول(1-12) عمل هذه الأزرار.



الشكل(1-25)

شريط الأدوات Basic

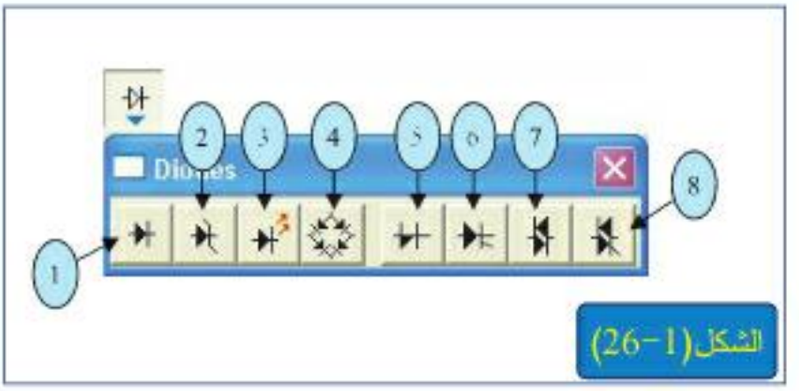
الجدول(1-12) يبين عمل الأزرار في شريط Basic

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	نقطة اتصال.	11	مقاوم سحب (رفع).
2	مقاومة.	12	محول غير خطي.
3	مكثف.	13	قلب مغناطيسي يمكن التحكم بخصائصه وسلوكه(عنصر وهمي).
4	ملف.	14	ملف بدون قلب مغناطيسي حيث: الجهد على طرفيه=عدد اللفات * التيار (عنصر وهمي لا وجود له في الواقع).
5	محول.	15	ملف متغير.
6	ريليه (حاكمة مغناطيسية).	16	مكثف متغير.
7	مفتاح (قاطع).	17	مكثف كيميائي (ذو قطبية).
8	مفتاح مع تأخير زمني.	18	مفتاح تماثلي متحكم به بالجهد.
9	مفتاح متحكم به بالجهد.	19	مجموعة من ثماني مقاومات.
10	مفتاح متحكم به بالتيار.	20	مجزئ جهد (مقاومة متغيرة ذات نقطة وسط).

شريط الأدوات Diodes

3-10-1 شريط Diodes

يضم هذا الشريط معظم أنواع الثنائيات العادية والخاصة (عادي، زينر...)، وكذلك يضم عدة عناصر إلكترونية تستخدم للتحكم في القدرة الكهربائية مثل (تريك ، ثايرستور...) كما يبين الشكل(1-26)، ويبين الجدول(1-13) عمل هذه الأزرار.



الشكل(1-26)

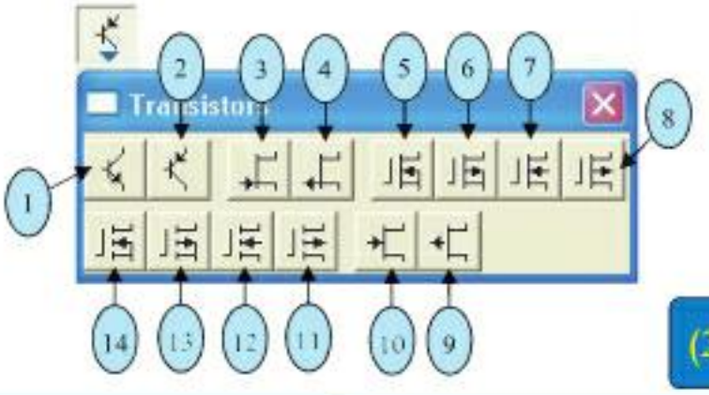
الجدول(1-13) يبين عمل الأزرار في شريط Diodes

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	ثنائي عادي.	5	ثنائي شوتكي.
2	ثنائي زينر.	6	ثايرستور.
3	ثنائي مصدر للضوء.	7	دياك.
4	مقوم جسري.	8	تريك.

شريط الأدوات Transistors

4-10-1 شريط Transistors

يضم هذا الشريط الترانزستورات ثنائية القطبية BJT (npn, pnp)، وترانزستورات الأثر الحقلي FET و MOSFET كما يبين الشكل(1-27)، ويبين الجدول(1-14) عمل هذه الأزرار.



الشكل(1-27)

الجدول(1-14) يبين أزرار شريط Transistors

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	ترانزستور npn	5	ترانزستور n-MOSFET إفقار بثلاثة أطراف
2	ترانزستور pnp	6	ترانزستور p-MOSFET إفقار بثلاثة أطراف
3	ترانزستور FET قناة n	7	ترانزستور n-MOSFET إفقار بأربعة أطراف
4	ترانزستور FET قناة p	8	ترانزستور p-MOSFET إفقار بأربعة أطراف

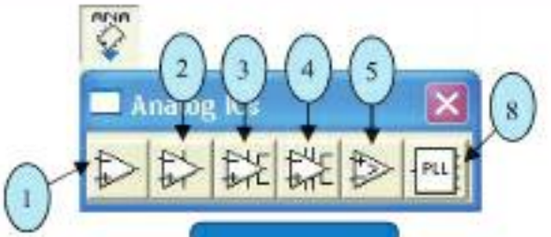
شريط الأدوات Analog ICs

تتمة الجدول(1-14) يبين أزرار شريط Transistors

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
9	ترانزستور FET قناة p مصنع من ارسنيد الغاليوم GaAs	12	ترانزستور n-MOSFET معزز بأربعة أطراف
10	ترانزستور FET قناة n مصنع من ارسنيد الغاليوم GaAs	13	ترانزستور p-MOSFET معزز بثلاثة أطراف
11	ترانزستور p-MOSFET معزز بأربعة أطراف	14	ترانزستور n-MOSFET معزز بثلاثة أطراف

5-10-1 شريط Analog ICs

يضم هذا الشريط بعض الدارات الخطية (مثل مكبر العمليات ، PLL.....)، كما يبين الشكل(1-28)، ويبين الجدول(1-15) عمل هذه الأزرار.



الشكل(1-28)

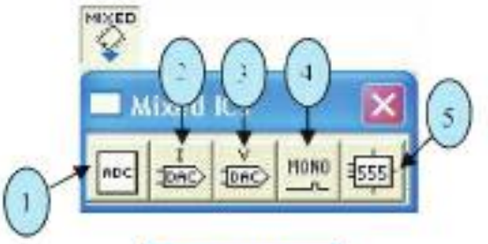
الجدول(1-15) يبين أزرار شريط Analog ICs

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	مكبر عمليات بثلاثة أطراف (+IN , -IN , OUT)	4	مكبر عمليات بتسعة أطراف
2	مكبر عمليات بخمسة أطراف (+IN , -IN , OUT , +Vcc , -Vcc)	5	مقارن
3	مكبر عمليات بسبعة أطراف	6	حلقة إقفال طور PLL

شريط الأدوات Mixed ICs

6-10-1 شريط Mixed ICs

يضم هذا الشريط بعض الدارات الهجينة أي التي تتعامل في بنيتها الداخلية مع جهود تماثلية وجهود رقمية (مثل مبدلات من إشارة تماثلية إلى إشارة رقمية وبالعكس، ...)، كما يبين الشكل(1-29)، ويبين الجدول(1-16) عمل هذه الأزرار.



الشكل(1-29)

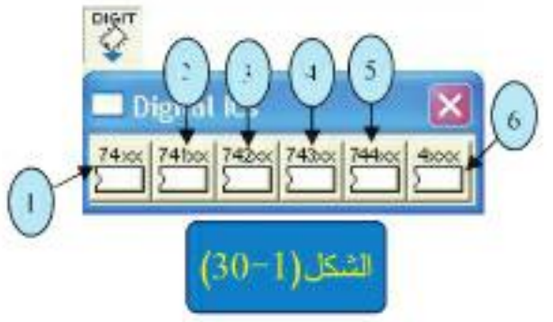
الجدول(1-16) يبين أزرار شريط Mixed ICs

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	مبدل جهد من تماثلي إلى رقمي.	4	أحادي استقرار يولد نبضة في خرجه.
2	مبدل من تماثلي إلى رقمي يولد تياراً في خرجه.	5	مؤقت ومذبذب 555
3	مبدل من تماثلي إلى رقمي يولد جهداً في خرجه.	6	

شريط الأدوات Digital ICs

7-10-1 شريط Digital ICs

يضم هذا الشريط بعض الدارات الرقمية من العائلة المنطقية TTL (74xxx) والعائلة المنطقية CMOS (40xx و 45xx)، كما يبين الشكل(1-30)، ويبين الجدول(1-17) عمل هذه الأزرار.



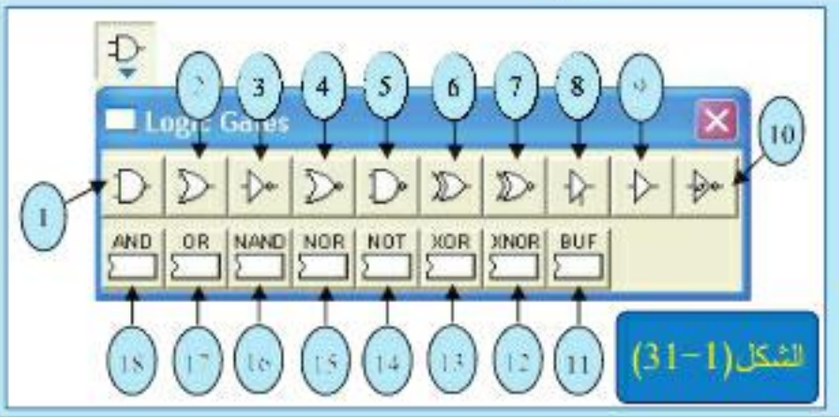
الشكل(1-30)

الجدول(1-17) يبين أزرار شريط Digital ICs

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	دارة TTL (من 7400 إلى 7499)	4	دارة TTL (من 74300 إلى 74399)
2	دارة TTL (من 74100 إلى 74199)	5	دارة TTL (من 74400 إلى 74499)
3	دارة TTL (من 74200 إلى 74299)	6	دارة CMOS (40xx أو 45xx)

شريط الأدوات Logic Gates

8-10-1 شريط Logic Gates



الشكل(1-31)

يضم هذا الشريط البوابات المنطقية الأساسية والمشتقة كما يبين الشكل(1-31)، ويبين الجدول(1-18) عمل هذه الأزرار.

الجدول(1-18) يبين أزرار شريط Logic Gates

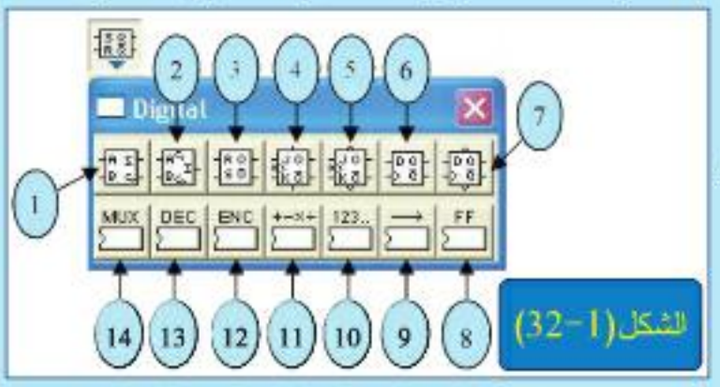
رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	بوابة AND	10	عاكس (قادح سميث)
2	بوابة OR	11	دارة رقمية تحوي عازلاً
3	بوابة NOT	12	دارة رقمية تحوي بوابات XNOR
4	بوابة NOR	13	دارة رقمية تحوي بوابات XOR
5	بوابة NAND	14	دارة رقمية تحوي بوابات NOT
6	بوابة EX-OR	15	دارة رقمية تحوي بوابات NOR
7	بوابة EX-NOR	16	دارة رقمية تحوي بوابات NAND
8	عازل (ثلاثي حالات الخرج)	17	دارة رقمية تحوي بوابات OR
9	عازل	18	دارة رقمية تحوي بوابات AND

شريط الأدوات Digital

9-10-1 شريط Digital

يضم هذا الشريط العناصر الرقمية المستخدمة كذاكرة (القلابات والمسجلات بأنواعها المختلفة)، ويضم أيضاً دارات رقمية متنوعة الأهداف والوظائف من العائلتين TTLو CMOS مثل (قلابات، جامع كامل، جامع نصفي، عدادات ، مرمزات،.....)، كما يبين الشكل (1-32).

ويبين الجدول(1-19) عمل هذه الأزرار.



الشكل(1-32)

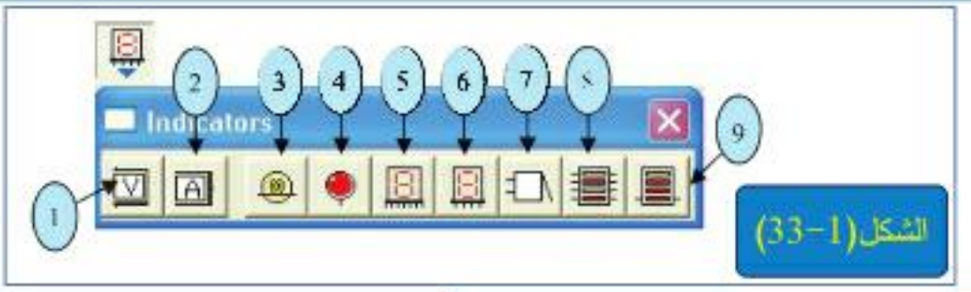
الجدول(1-19) يبين أزرار شريط Digital

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	جامع نصفي	8	دارة رقمية تحوي قلابات (CMOS+ TTL)
2	جامع كامل	9	دارة رقمية تحوي مسجلات إزاحة
3	قلاب RS	12	دارة رقمية تحوي عدادات
4	قلاب JK يُفعّل عند المستوى العالي	11	دارة عمليات حسابية رقمية
5	قلاب JK يُفعّل عند المستوى المنخفض	12	دارة رقمية تحوي مرمزات
6	قلاب D	13	دارة رقمية تحوي موزعات
7	قلاب D يُفعّل عند المستوى المنخفض	14	دارة رقمية تحوي مجمعات

شريط الأدوات Indicators

10-10-1 شريط Indicators

يضم هذا الشريط المؤشرات وهي الأدوات أو العناصر التي يؤدي مرور تيار فيها أو تسليط فرق جهد عليها إلى إظهار أثر ضوئي أو صوتي أو قيمة قياس متناسبة مع شدة التيار أو فرق الجهد (لمبة، مجس منطقي، جرس كهربائي، .....)، كما يبين الشكل(1-33)، ويبين الجدول(1-20) عمل هذه الأزرار.



الشكل(1-33)

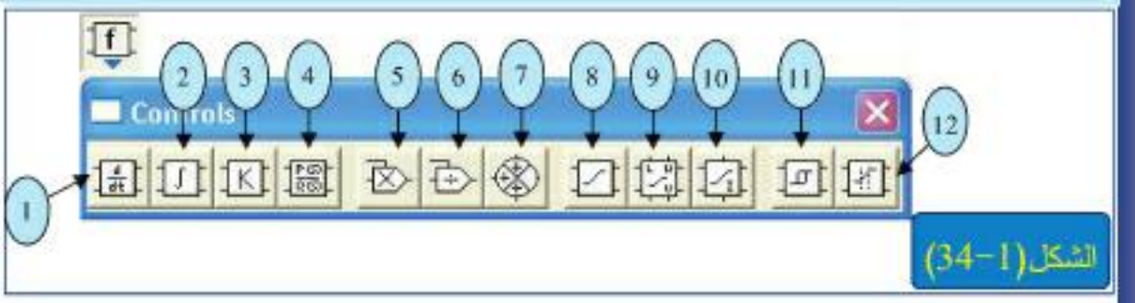
الجدول(1-20) يبين أزرار شريط Indicators

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	مقياس فولت (فولتيمتر)	6	وحدة إظهار رقمية متضمنة مفكك ترميز
2	مقياس أمبير (أمبيرمتر)	7	جرس كهربائي
3	مصباح كهربائي (لمبة)	8	شريط إظهار (مكون من 10 ثنائيات مصدرة للضوء LED)
4	مجس منطقي	9	شريط إظهار (مكون من 10 ثنائيات مصدرة للضوء LED) متضمن مفكك ترميز
5	وحدة إظهار رقمية بسبعة أطراف		

شريط الأدوات Controls

11-10-1 شريط Controls

يضم هذا الشريط عناصر تحكمية خاصة تستخدم في الدارات التحكمية ومعالجة الإشارة والتغذية العكسية في تلك الدارات كما يبين الشكل(1-34)، ويبين الجدول(1-21) عمل هذه الأزرار.



الشكل(1-34)

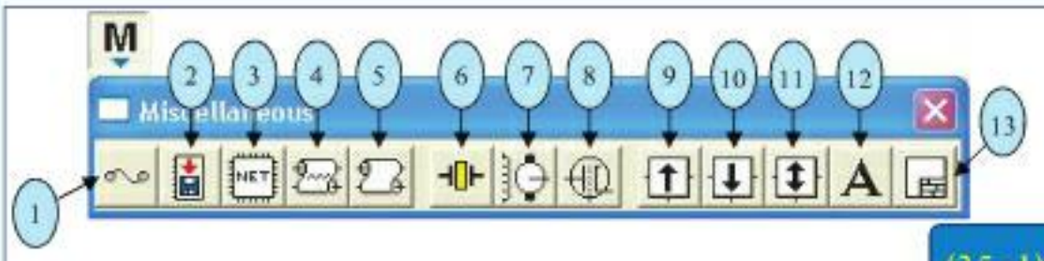
الجدول(1-21) يبين أزرار شريط Controls

رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	عنصر تحكم تفاضلي	7	عنصر تحكم جامع لثلاث إشارات
2	عنصر تحكم تكاملي	8	عنصر تحكم محدد
3	عنصر تحكم خطي (تكبير)	9	عنصر تحكم محدد متحكم به بالجهد
4	عنصر تحكم تابعي (حسب علاقة معطاة)	10	عنصر تحكم محدد متحكم به بالتيار
5	عنصر تحكم ضارب	11	عنصر تحكم محدد ذو عروة (حلقة تخلفية)
6	عنصر تحكم مقسم	12	عنصر تحكم يحدد ميل تصاعد الجهد بالنسبة للزمن

شريط الأدوات Miscellaneous

12-10-1 شريط Miscellaneous

يضم هذا الشريط عناصر وأجهزة متعددة مختلفة الوظائف (خطوط نقل، فيوز، محول DC to DC، .....)، كما يبين الشكل(1-35)، ويبين الجدول(1-22) عمل هذه الأزرار.



الشكل(1-35)

الجدول(1-22) يبين أزرار شريط Miscellaneous

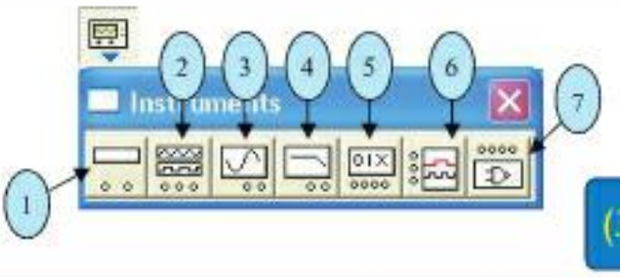
رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	فيوز (فاصمة حرارية)	8	صمام ثلاثي مفرغ من الهواء
2	عنصر لتخزين بيانات التحليل كملف نصي	9	محول رفع DC to DC
3	قالب دارة جزئية	10	محول خفض DC to DC
4	خط نقل ذو فقد	11	محول رفع/خفض DC to DC
5	خط نقل مثالي	12	إضافة نص (مربع نص)
6	بلورة كوارتز (كريستالة)	13	إضافة كتلة عنوان (جدول يبين اسم الدارة ورقمها واسم الراسم....)
7	محرك تيار مستمر		

شريط الأدوات Instruments

13-10-1

شريط Instruments

يضم هذا الشريط العديد من أجهزة القياس والتحليل (راسم إشارة، مولد ترددات ، أفوميتر، .....) كما يبين الشكل(1-36)، ويبين الجدول(1-23) عمل هذه الأزرار.



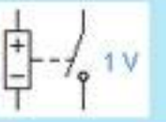
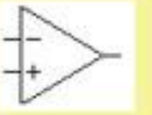
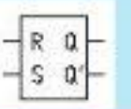
الشكل(1-36)

الجدول(1-23) يبين أزرار شريط Instruments

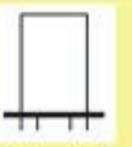
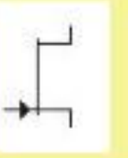
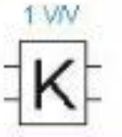
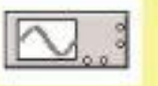
رقم الزر	عمله	رقم الزر	عمله
1	أفوميتر	5	مولد كلمات رقمية
2	مولد إشارة	6	مظهر ومحلل إشارة رقمية
3	راسم إشارة	7	محول منطقي متعدد الوظائف
4	راسم منحني استجابة ترددية		

تقييم المعلومات النظرية

1. ماذا يعني الاختصار **EWB** ؟
2. ما هو عمل برنامج **EWB** ؟
3. اذكر طريقتين لتشغيل برنامج **EWB**.
4. اذكر ثلاثاً من ميزات برنامج **EWB**.
5. اذكر ما يحتويه شريط **Basic**.
6. أدرج على منطقة العمل خمسة من محتويات شريط المصادر **Sources**.
7. سم كلاً من العناصر في الجدول الآتي، واكتب في أي شريط تجدها.

العنصر	اسم العنصر	اسم الشريط
		
		
		

تقييم المعلومات النظرية

العنصر	اسم العنصر	اسم الشريط
		
		
		
		

بناء وفحص وتحليل الدارات التماثلية

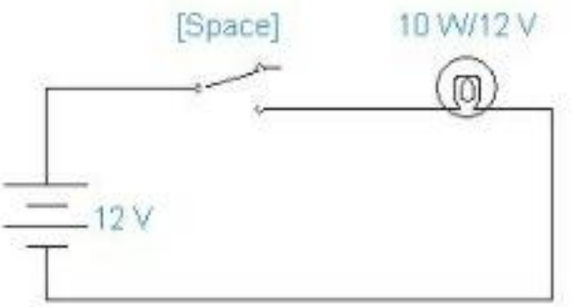
11-1 بناء وتحليل الدارات التماثلية

سنبين في هذه الفقرة بعض الأمثلة على استخدام برنامج EWB في بناء بعض الدارات التماثلية ومن ثم تحليلها، تمر عملية بناء وتحليل دارة ما في EWB بالخطوات الآتية:

1. اختيار المكونات ووضعها على منضدة العمل.
2. تسمية المكونات.
3. توصيل المكونات ببعضها.
4. تنسيق الدارة لتصبح بالشكل المطلوب.
5. استخدام أجهزة القياس المناسبة.
6. تشغيل الدارة.
7. بيان قيم الجهود والتيارات في الدارة.
8. بيان كيفية سلوك الدارة باستخدام أجهزة القياس والبيان المتوفرة في البرنامج.

1-11-1 مثال 1

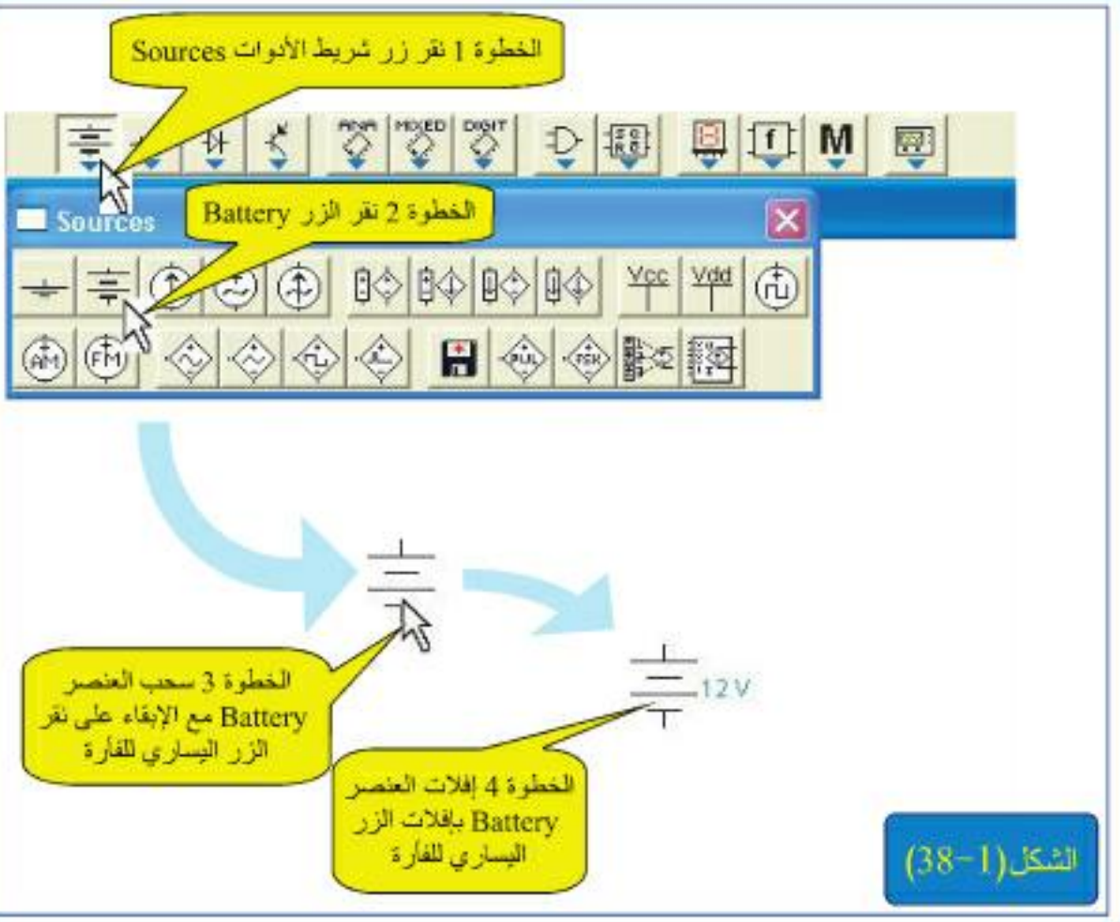
بناء دارة كهربائية بسيطة مكونة من مصدر جهد مستمر 12V وقاطع (مفتاح on-off) ومصباح كهربائي (لمبة) كما يبين الشكل(1-37).



الشكل(1-37)

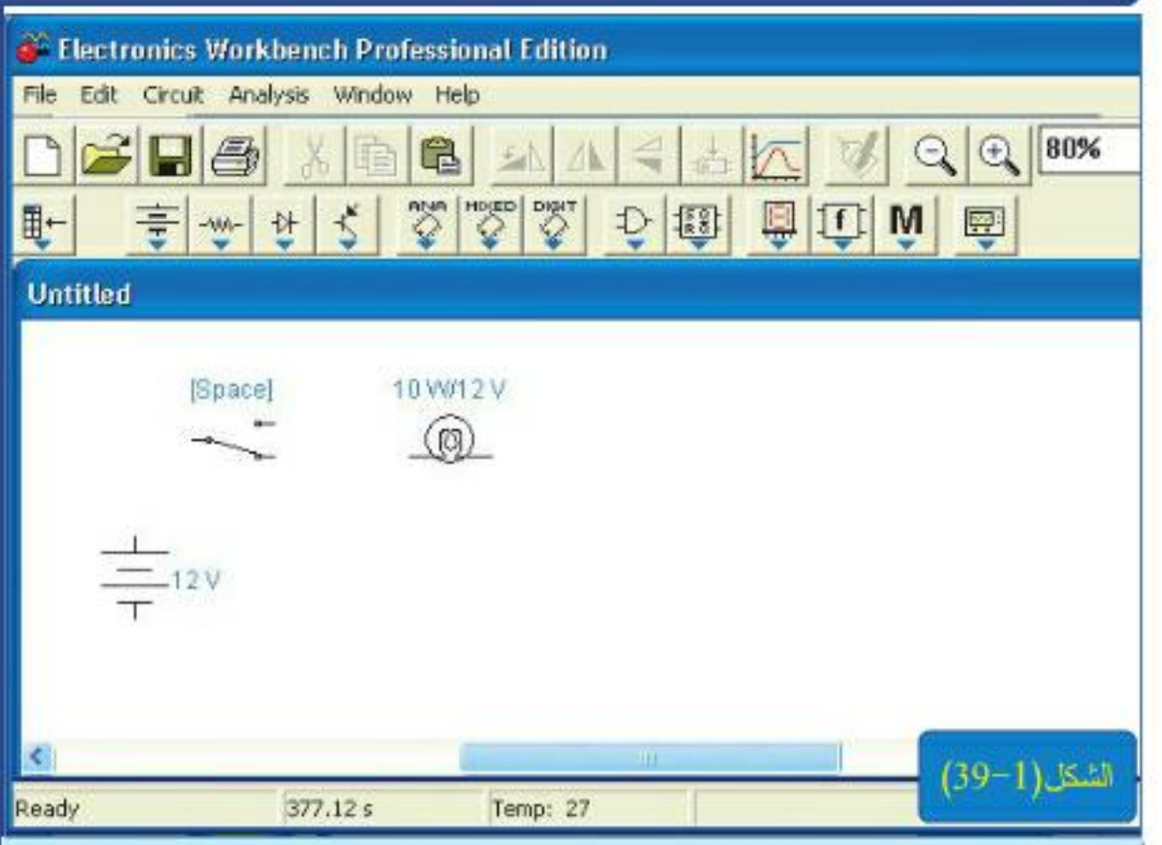
أ- خطوات العمل

1. نقوم بتشغيل برنامج **EWB** .
2. من شريط **Source** نقوم باختيار العنصر **Battery** بالنقر عليه بزر الفأرة اليساري وسحبه مع الإبقاء على نقر الزر اليساري ثم إفلاته في المكان المناسب في منضدة العمل وذلك بترك الزر اليساري كما يبين الشكل(1-38).


الخطوة 1 نقر زر شريط الأدوات Sources
Sources
الخطوة 2 نقر الزر Battery
الخطوة 3 سحب العنصر Battery مع الإبقاء على نقر الزر اليساري للفأرة
12 V
الخطوة 4 إفلات العنصر Battery بإفلات الزر اليساري للفأرة

الشكل(1-38)

3. من شريط **Basic** نقوم باختيار العنصر **Switch** وسحبه ومن ثم إفلاته على منضدة العمل كما يبين الشكل(1-39).
4. من شريط **Indicators** نقوم باختيار العنصر **Bulb** وسحبه ومن ثم إفلاته على منضدة العمل كما يبين الشكل(1-39).



الشكل(1-39)

5. سنقوم الآن بوصل العناصر مع بعضها لتشكيل الدارة المطلوبة على النحو الآتي:

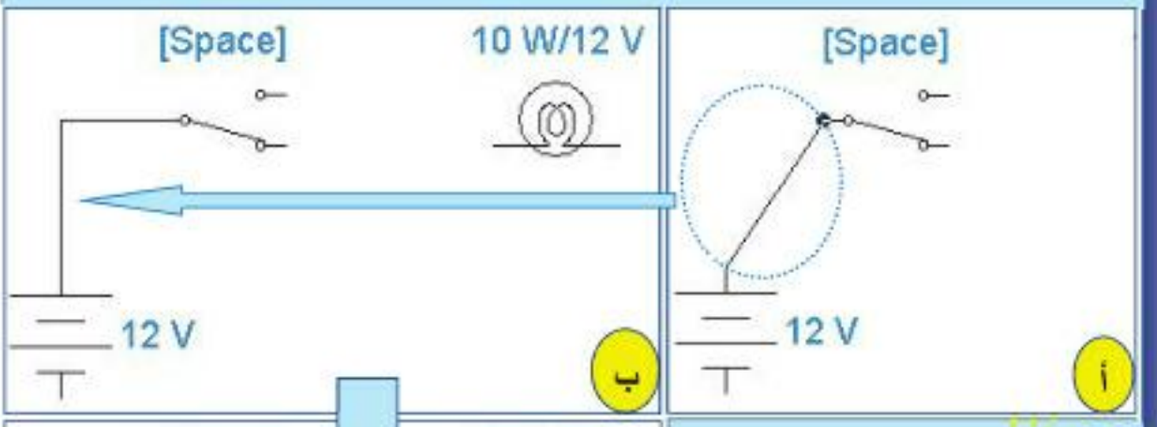
أ. بتقريب مؤشر الفأرة إلى الطرف الموجب للبطارية عندها تظهر نقطة سوداء عند نهاية هذا الطرف كما يبين الشكل(1-40).

ب. بنقر زر الفأرة فوق النقطة السوداء (نهاية طرف البطارية) وسحب الفأرة مع إبقاء الضغط على زر الفأرة يتم رسم خط أسود يصل طرف البطارية الموجب ويتحرك بحركة الفأرة كما يبين الشكل(1-41).

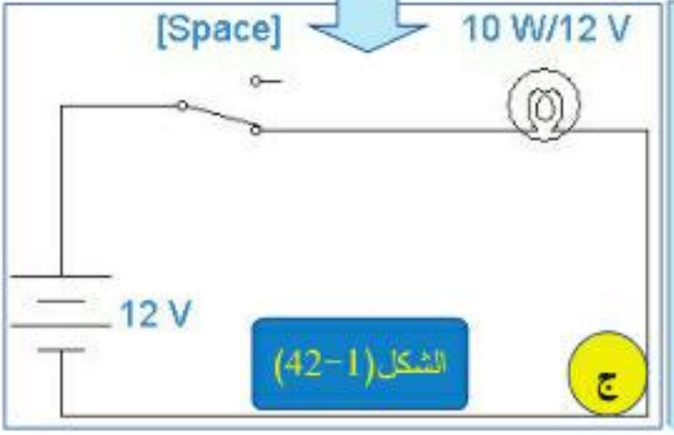
الشكل(1-40)

الشكل(1-41)

ت. نقوم بتقريب طرف الخط الأسود الحر إلى الطرف الأوسط للمفتاح Switch (وذلك بتحريك الفأرة مع إبقاء الضغط على زر الفأرة اليساري) وعند ظهور النقطة السوداء على الطرف الأوسط للمفتاح كما في الخطوة أ من الشكل(1-42)، نقوم بإفلات زر الفأرة عندها يرسم البرنامج خطاً يصل بين طرف المفتاح الأوسط وطرف البطارية الموجب كما تبين الخطوة **ب** من الشكل(1-42).



ث. بالطريقة نفسها نقوم بوصل الطرف الآخر للمفتاح Switch إلى الطرف الثاني (السالب) للبطارية كما تبين الخطوة **ج** في الشكل (1-42).

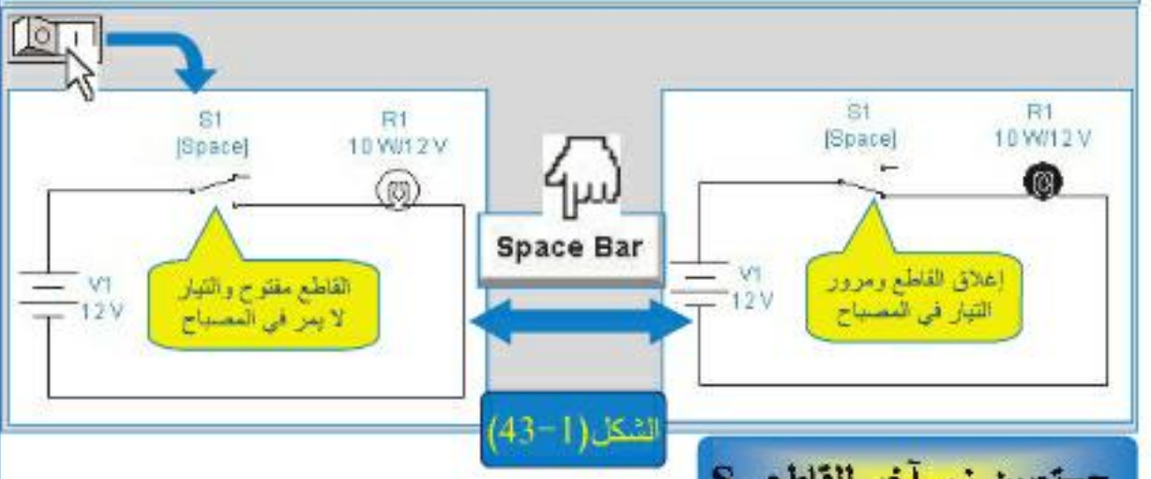


الشكل(1-42)

ب-تشغيل الدارة

بالنقر على زر التشغيل يتم تشغيل ومحاكاة الدارة، وللتحكم بالقاطع S_1 نقوم بالضغط على الزر "Space" من لوحة المفاتيح فيتم إغلاق القاطع S_1 عندها نلاحظ توهج اللمبة بالضوء نتيجة مرور التيار في الدارة.

أما لقطع التيار عن المصباح وبالتالي إطفائه نقوم بإعادة الضغط على الزر "Space" من لوحة المفاتيح مرة أخرى عندها نلاحظ انطفاء المصباح كما يبين الشكل(1-43).



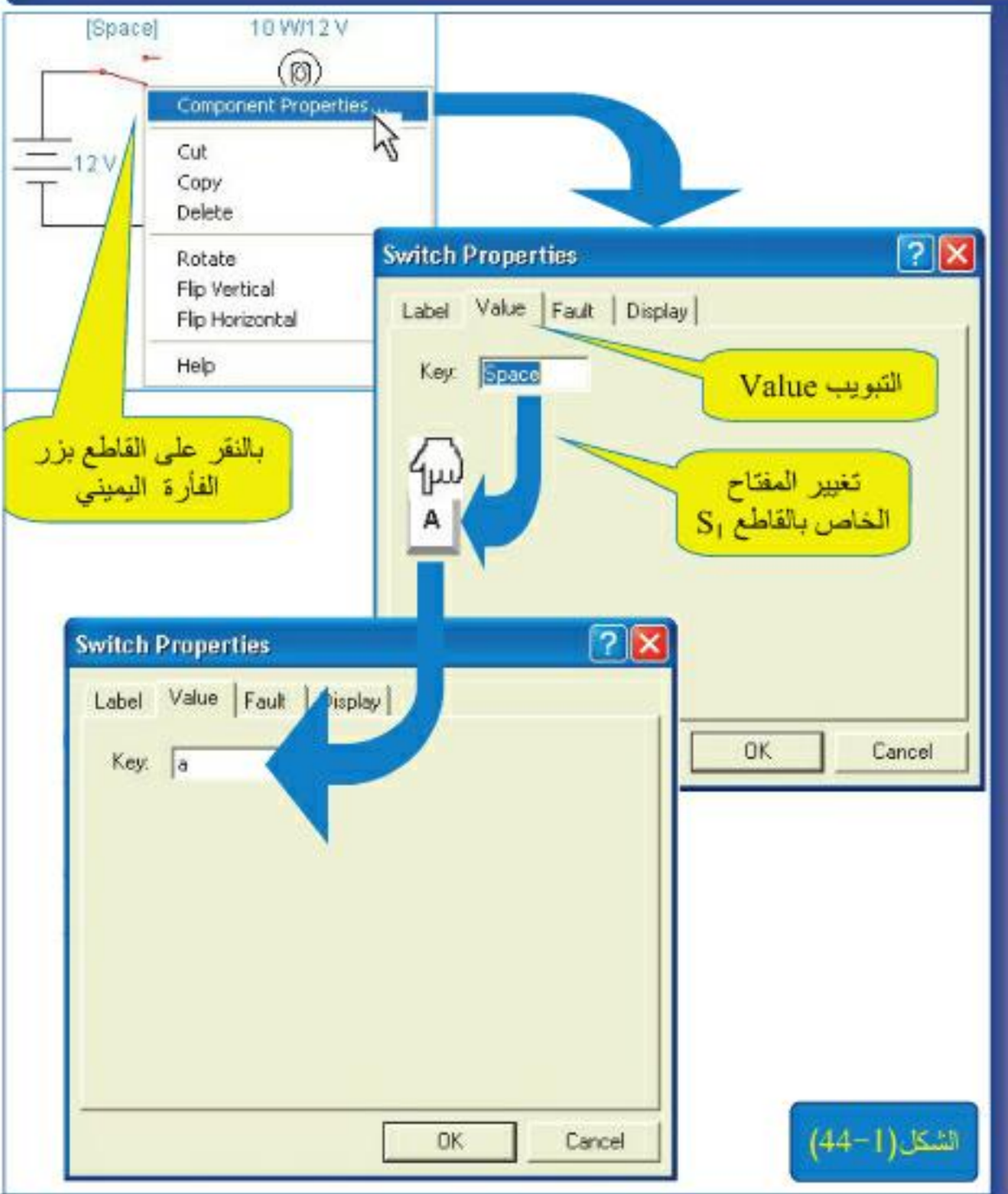
الشكل(1-43)

ج-تعيين زر آخر للقاطع S_1

يمكننا تغيير الزر (من لوحة المفاتيح) المخصص للقاطع S_1 وذلك من إطار "خصائص القاطع" "Switch Properties" المبين في الشكل(1-44) والذي يمكن إظهاره بإحدى الطرائق الآتية:

1. بالنقر على القاطع S_1 نقراً مزدوجاً بزر الفأرة اليساري.
2. بالنقر فوق القاطع بزر الفأرة اليميني واختيار الأمر "Component Properties" من القائمة المنسدلة كما يبين الشكل(1-44).
3. بعد تحديد القاطع نقوم باختيار الأمر "Component Properties" من القائمة "Circuit" التي مرت معنا سابقاً.

بعد ظهور إطار "Switch Properties" واختيار التبويب "Value" عندها يمكننا تعيين زرٍّ آخر من لوحة المفاتيح بالنقر على المفتاح المرغوب به من لوحة المفاتيح.



الشكل(1-44)

وهكذا أصبح بإمكاننا التحكم بالقاطع S_1 بالضغط على الزر "A" من لوحة المفاتيح وبالتالي يمكننا التحكم بمرور التيار في الدارة أي التحكم بإضاءة المصباح أو إطفائه.

قياس الجهد والتيار في الدارات التماثلية

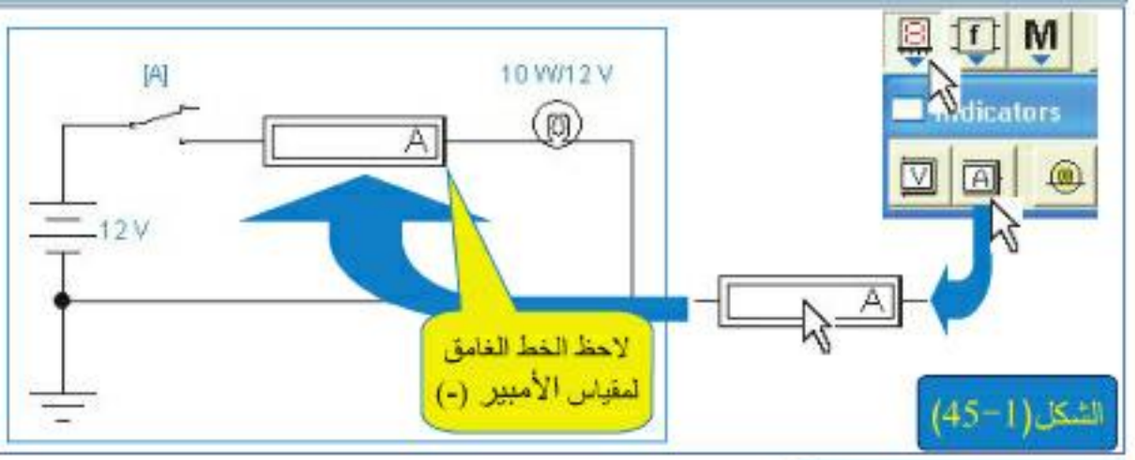
2-11-1

قياس الجهد والتيار

لقياس التيار في فرع ما من دارة ما، يجب وصل مقياس التيار على التسلسل مع هذا الفرع وللحصول على أدق النتائج يجب أن تكون المقاومة الداخلية لمقياس الأمبير أصغر ما يمكن (معدومة في الحالة المثالية)، أما لقياس فرق الكمون بين نقطتين من دارة ما فيجب وصل مقياس الكمون على التفرع بين هاتين النقطتين، وللحصول على أدق النتائج يجب أن تكون المقاومة الداخلية لمقياس الكمون أكبر ما يمكن (لانهائية في الحالة المثالية)، لنعد إلى دارة المثال (1) السابقة ونضف إليها مقياس أمبير على التسلسل مع المصباح وكذلك نضيف أرضياً لهذه الدارة متصلاً مع القطب السالب للبطارية كما يبين الشكل (45).

ملاحظة1

يجب إضافة أرضي إلى الدارة حتى يسير تحليل واختبار الدارة بشكل سليم وفي أغلب الأحيان يتم قياس فروق الكمون لنقاط الدارة المختلفة بالنسبة إلى الأرضي.



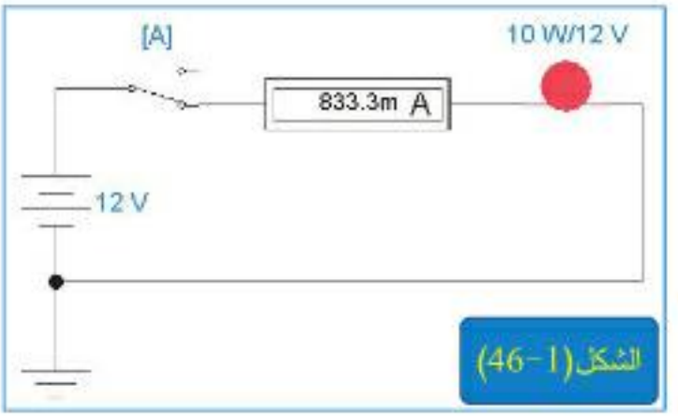
الشكل(1-45)

ملاحظة2

يتم إضافة الأرضي من شريط "Indicators" كما مر معنا سابقاً، ويشير الخط الغامق إلى طرائق مقياس الأمبير إلى الطرف السالب للمقياس.

قياس الجهد والتيار في الدارات التماثلية

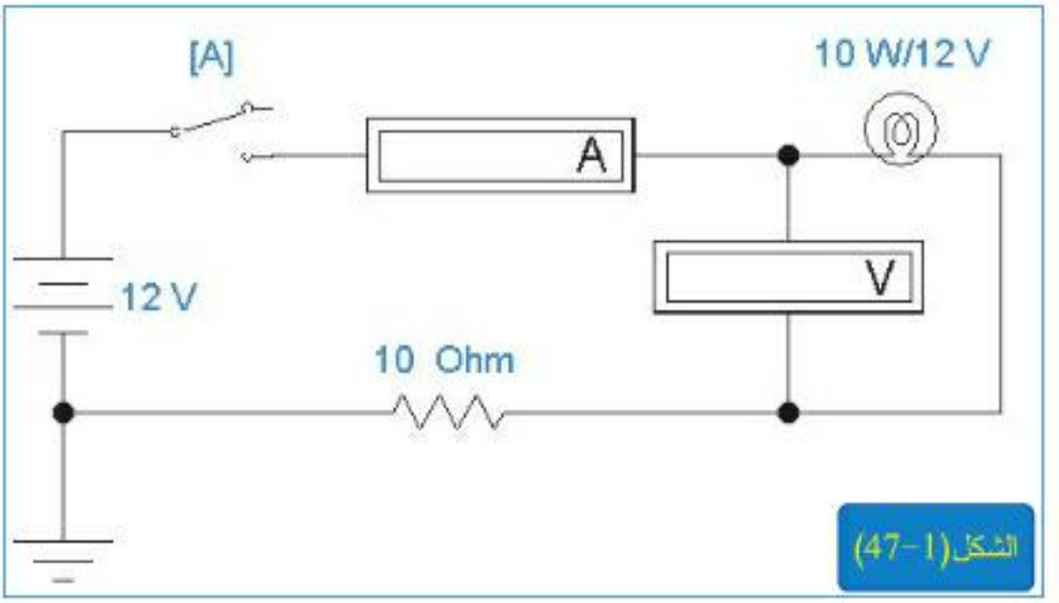
الآن نقوم بتشغيل الدارة ثم الضغط على المفتاح "A" من لوحة المفاتيح فيضيء المصباح مشيراً إلى مرور التيار الكهربائي وتظهر قيمة التيار المار في مقياس الأمبير كما يبين الشكل(1-46).



الشكل(1-46)

نشـــاط

قم بوصل مقياس كمون إلى أطراف المصباح ومقاومة 10 أوم على التسلسل مع المصباح كما يبين الشكل(1-47)، ثم شغل الدارة وسجل قيمة كل من شدة التيار المار وفرق الكمون.



الشكل(1-47)

إعادة تسمية المكونات وتغيير قيمها

3-11-1 إعادة تسمية المكونات وتغيير قيمها

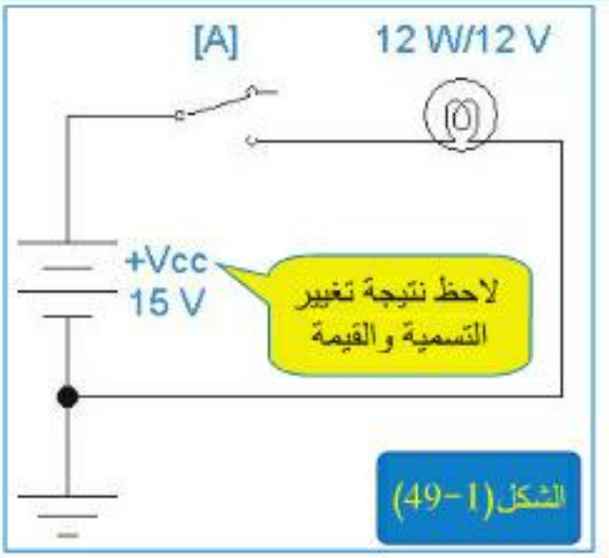
جميع مكونات الدارة من قطع أو موصلات قابلة للتسمية من جديد، وسنوضح إعادة تسمية القطع والموصلات بالطريقة الآتية:

ننقر بزر الفأرة اليساري مرتين فوق البطارية لتظهر لنا نافذة خصائص البطارية المبينة في الشكل(1-48_أ)، الآن من تبويب "Value" يمكننا تغيير قيمة المنبع إلى 15v، وأما التسمية فيمكننا تغييرها من التبويب "Label" إلى +Vcc كما يبين الشكل(1-48-ب).

الشكل(1-48)

بعد تغيير تسمية وقيمة جهد البطارية ننقر زر Ok، لتبدو النتيجة كما يبين الشكل(1-49).

يمكننا تغيير قيم ومسميات جميع مكونات الدارة بالطريقة نفسها.



الشكل(1-49)

جهاز Multimeter

12-1 استخدام أجهزة القياس التماثلية

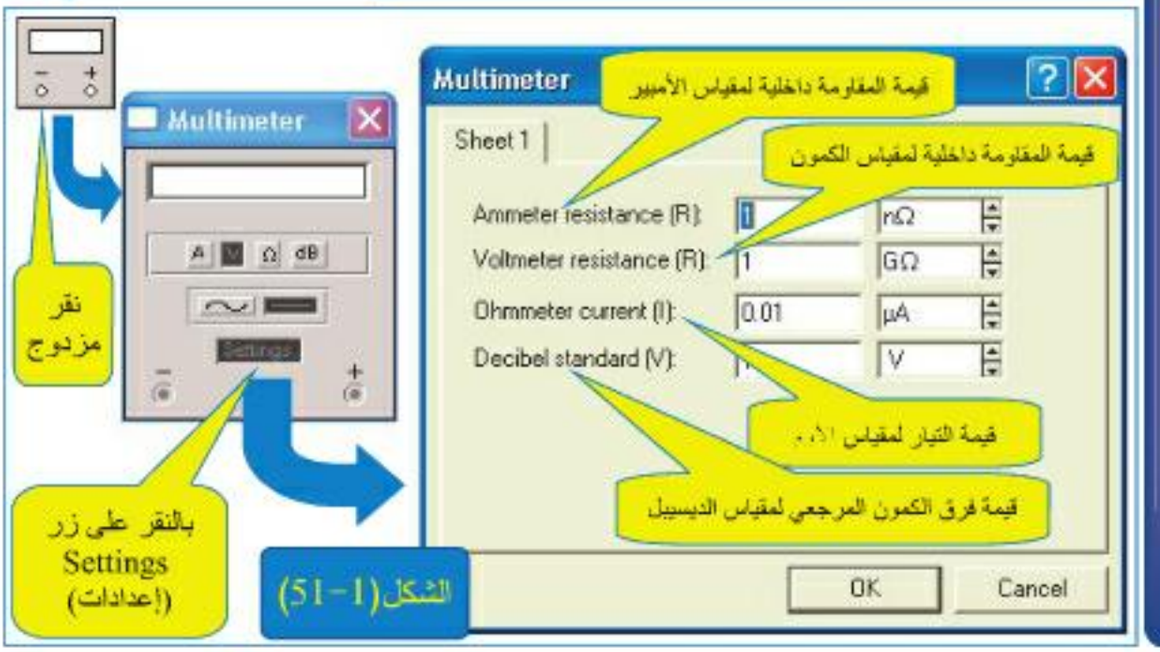
يتيح لنا برنامج **EWB** عدة أجهزة قياس تشابه تلك الموجودة في المختبرات وهي تتوضع في شريط أجهزة القياس "**Instruments**" كما يبين الشكل(1-50).

سنبين بعضها فيما يلي:

الشكل(1-50)

1-12-1 جهاز Multimeter

وهو مقياس متعدد القياسات يشابه الأفوميتر العادي **AVO** يتيح لنا قياس شدة التيار وفرق الكمون وقيمة المقاومة المادية وحتى الربح بالديسيبل، مع تحديد نوع القياس (مستمر أو متناوب) كما يبين الشكل(1-51).

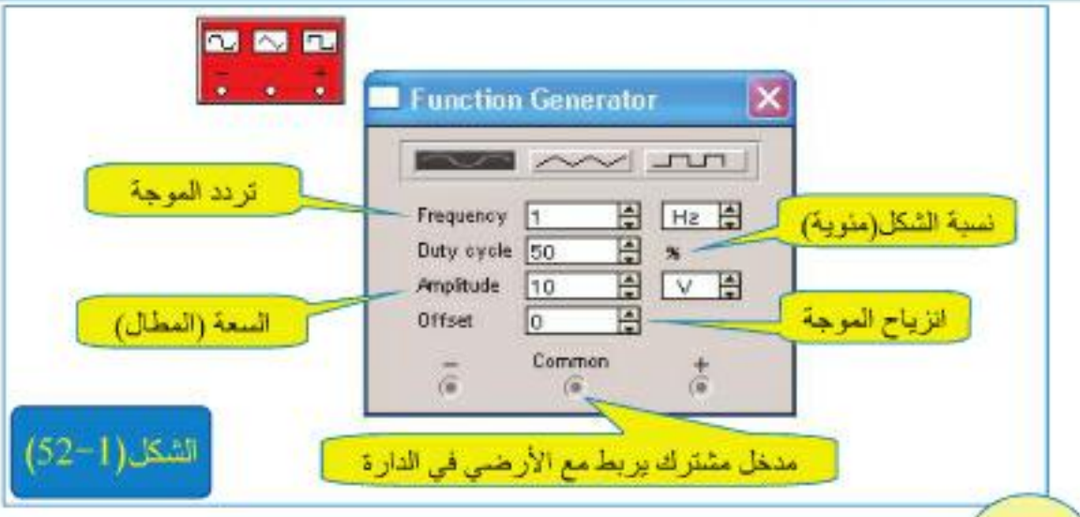


الشكل(1-51)

جهاز Function Generator & Oscilloscope

2-12-1 جهاز Function Generator

يستخدم **مولد الإشارة** لتوليد موجة متناوبة (جيبية أو مربعة أو سن المنشار)، مع إمكانية واسعة لتغيير كل من التردد F، وسعة(مطال) الموجة V_p ، ونسبة الشكل للموجة (وهي نسبة عرض الفترة On إلى عرض الفترة Off في كل من الموجة المربعة والمثلثية فقط)، والمركبة المستمرة للإشارة المتناوبة وذلك كما يبين الشكل(1-52).



الشكل(1-52)

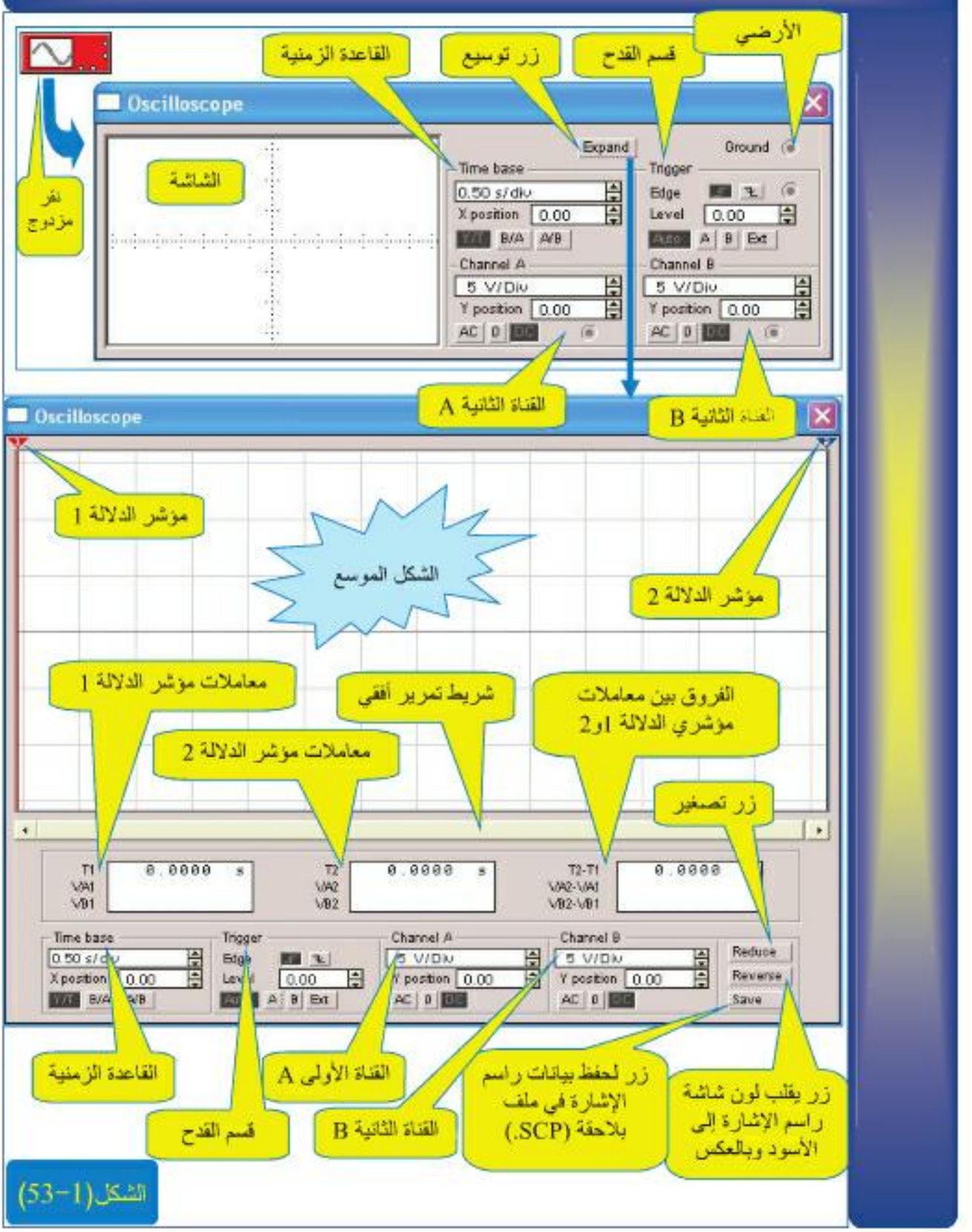
3-12-1 جهاز Oscilloscope

يستخدم **راسم الإشارة** لعرض تغيرات مطال الإشارة الكهربائية تبعاً للزمن فنستطيع حساب مطال ودور وتردد الإشارة وفرق الصفحة بين إشارتين مختلفتين وإظهار منحنيات ليساجو، يتميز راسم الإشارة بوجود قناتي دخل (A و B)، ومدخل قدح، وأرضي مشترك للقناتين كما يبين القسم العلوي من الشكل(1-53).

بالنقر على الزر Expand يتم توسيع إطار راسم الإشارة ليبدو كما في القسم السفلي من الشكل(1-53)، ولإرجاع شكل راسم الإشارة إلى الحجم المصغر ننقر الزر Reduce .

في الشكل الموسع لراسم الإشارة يوجد مؤشرا (محورا) دلالة الأول أحمر اللون والثاني أزرق اللون يمكننا تحريكهما أفقياً وهما يفيدان في حساب المدة الزمنية لإشارة ما (الدور مثلاً) أو حساب مطال جزء معين من الإشارة أو حساب فرق الصفحة بين إشارتين.

جهاز Oscilloscope



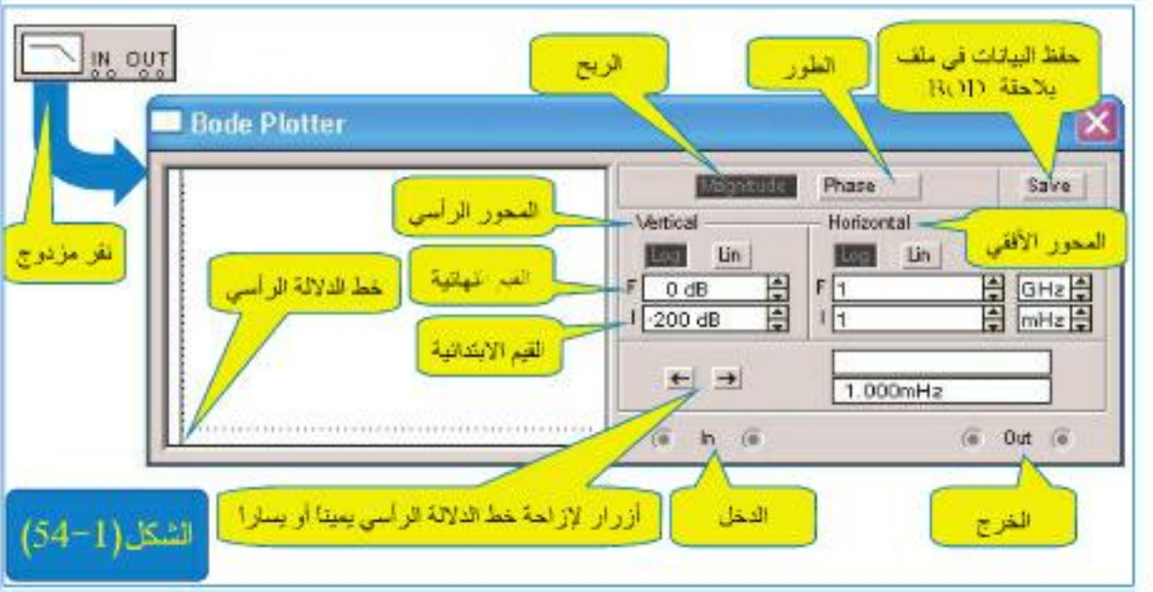
الشكل (1-53)

جهاز Bode Plotter

4-12-1 جهاز Bode Plotter

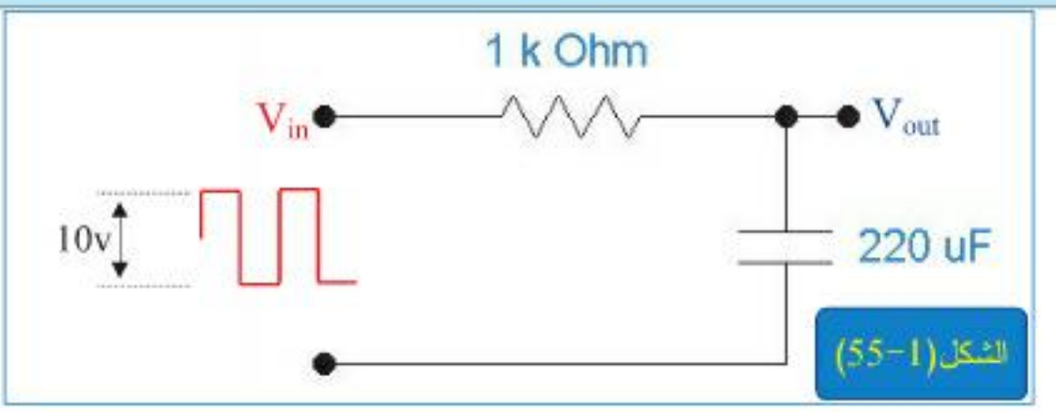
يستخدم جهاز راسم **منحني الاستجابة الترددي** لإظهار وتحليل كيفية استجابة المكـبرات والمرشحات ضمن مجال محدد من الترددات (F_2-F_1)، حيث يقوم برسم ربح الـدارة (أي النسبة بين جهد الخرج Vout وجهد الدخل Vin)، أو رسم فرق الصفحة بيـن إشـارتي الدخل والخرج كتابعين للتردد، ويبين الشكل(1-54) راسم منحني الاستجابة الترددي.

يجب علينا لاستخدام **Bode Plotter** أن تتضمن الدارة على منبع تغذية متناوب AC.



الشكل(1-54)

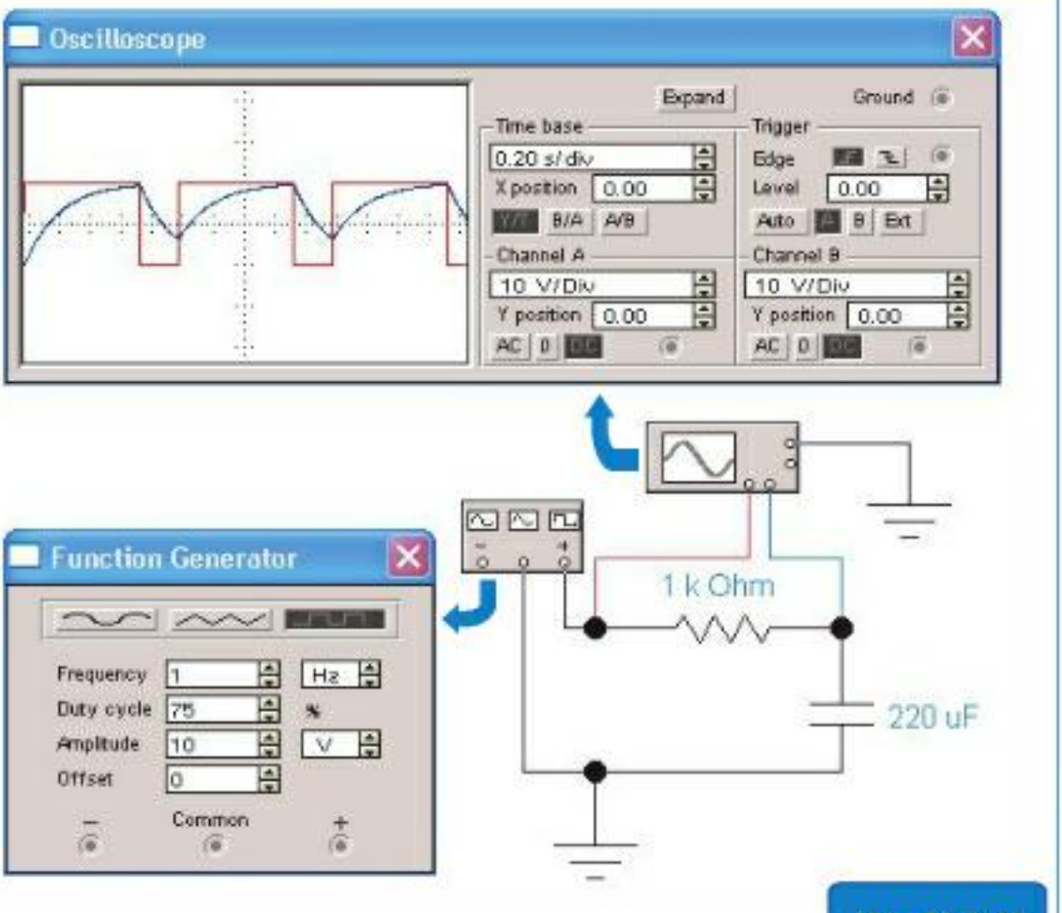
سنبين كيفية استعمال هذه الأجهزة في اختبار وتحليل دارة شحن وتفريـغ مكثـف عبـر المقاومة والمبينة في الشكل(1-55) وذلك باتباع الخطوات الآتية:



الشكل(1-55)

استخدام جهازي Function Generator & Oscilloscope

- إضافة كل من العناصر المطلوبة للدارة ولجهازي مولد الترددات وراسم الإشـــارة، ويجب أن ألا ننسى إضافة الأرضي إلى منضدة العمل.
- توصيل الدارة حسب الشكل(1-55).
- توصيل جهازي مولد الترددات وراسم الإشارة كما يبين الشكل(1-56).
- ضبط مولد الترددات على (موجة مربعة، الجهد الأعظمي للموجة =10v ، نـسبة الشكل =75%).
- تشغيل الدارة.
- ضبط راسم الإشارة على (القاعدة الزمنية= 0.2 s/div ، Y/T ، 10v/div ، DC) للحصول على إشارات واضحة كما يبين الشكل(1-56).

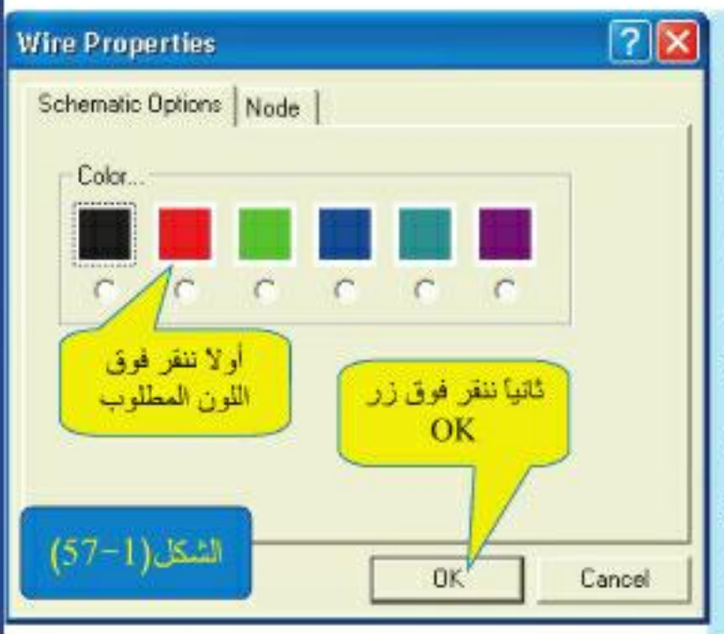


الشكل(1-56)

تغيير لون السلك (خط التوصيل) أو العقدة (نقاط التوصيل والتفرع)

ملاحظات

1. نقوم بوصل إشارة الدخل (V_{in}) إلى القناة الأولى لراسم الإشارة وتحديد اللون الأحمر لها، ووصل إشارة الخرج (V_{out}) إلى القناة الثانية لراسم الإشارة وتحديد اللون الأزرق لها، وذلك بالنقر المزدوج على الخط الواصل لمدخل القناة فيظهر إطار خصائص السلك "Wire Properties" المبين في الشكل(1-57) ثم نختار اللون المطلوب ثم ننقر زر OK.
2. التبويب "Node" (العقدة أو نقطة توصيل) يتيح لنا إمكانية تغيير رقم العقدة ولونها وإظهار أو إخفاء تسمية العقدة كما يبين الشكل(58).



الشكل(1-57)

الشكل(1-58)

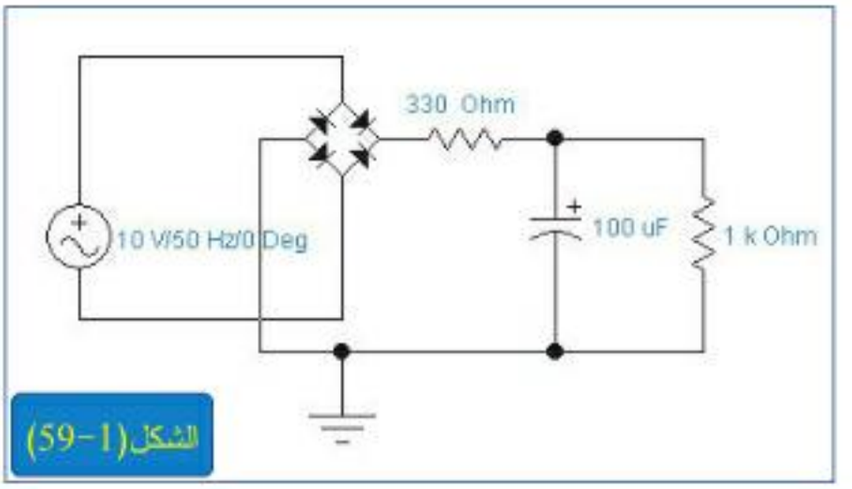
أمثلة على الدارات التماثلية واستخدام أجهزة القياس التماثلية

13-1 أمثلة على الدارات التماثلية واستخدام الأجهزة التماثلية

تهدف هذه الفقرة إلى تطبيق بعض الدارات التماثلية المستخدمة بشكل واسع مثل دارة تقويم موجة كاملة ودارات التكبير باستخدام الترانزستور ودارة تكبير باستخدام مكبر العمليات الشهير (741).

1-13-1 مثال 1

في هذا المثال سنقوم ببناء دارة تقويم موجة كاملة باستخدام المقوم الجسري كما يبين الشكل(1- 59).



الشكل(1-59)

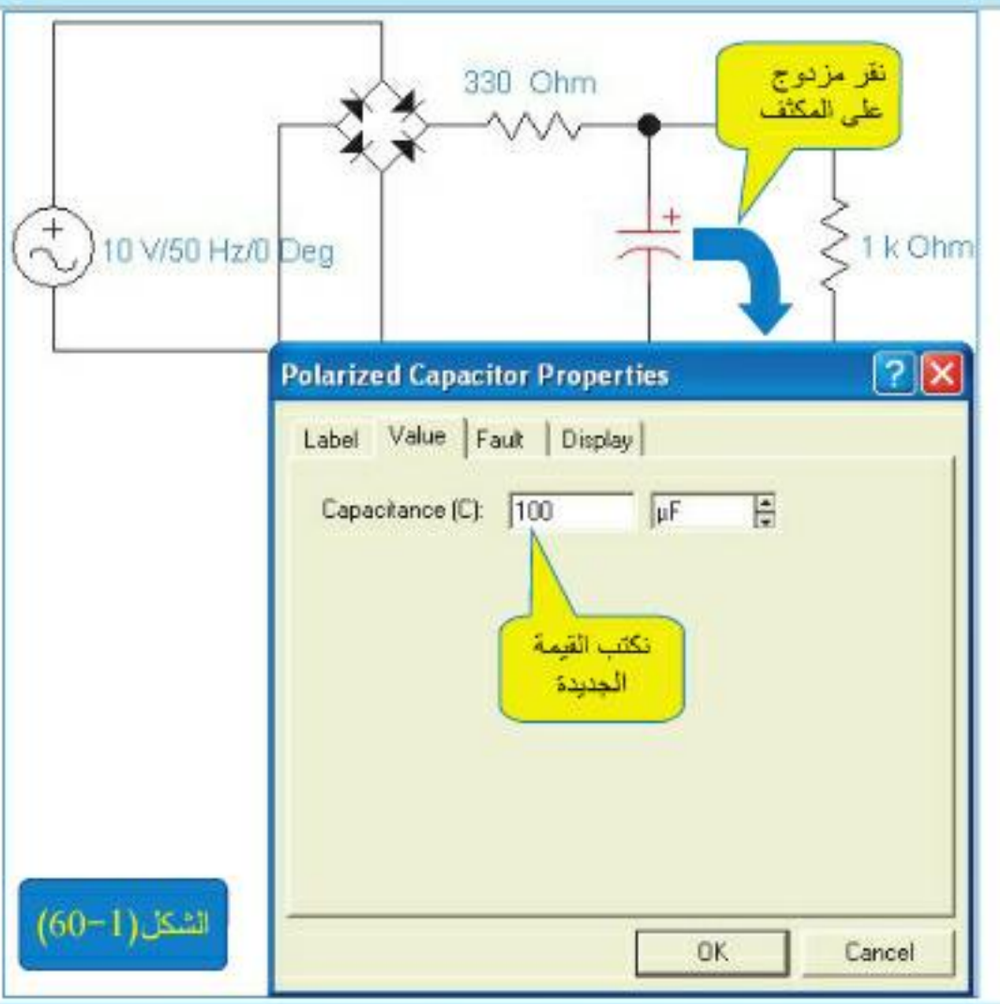
هذه الدارة مؤلفة من العناصر الآتية:

1. مقاومة 330Ω
2. مقاومة 1kΩ
3. مكثف كيميائي 100uF
4. مقوم جسري
5. منبع تغذية متناوب V_p=10v , 50H_z

دارة تقويم موجة كاملة

خطوات التوصيل واختبار الدارة

1. اختيار العناصر المطلوبة.
2. تغيير قيم العناصر إلى القيم المطلوبة. وذلك بالنقر المزدوج فوق العنصر ومن ثم تغيير تلك القيم من إطار خصائص العنصر سنوضح ذلك بالنسبة للمكثف كما يبين الشكل(1-60).
3. توصيل الدارة كما هو مبين بالشكل(1-59) السابق.

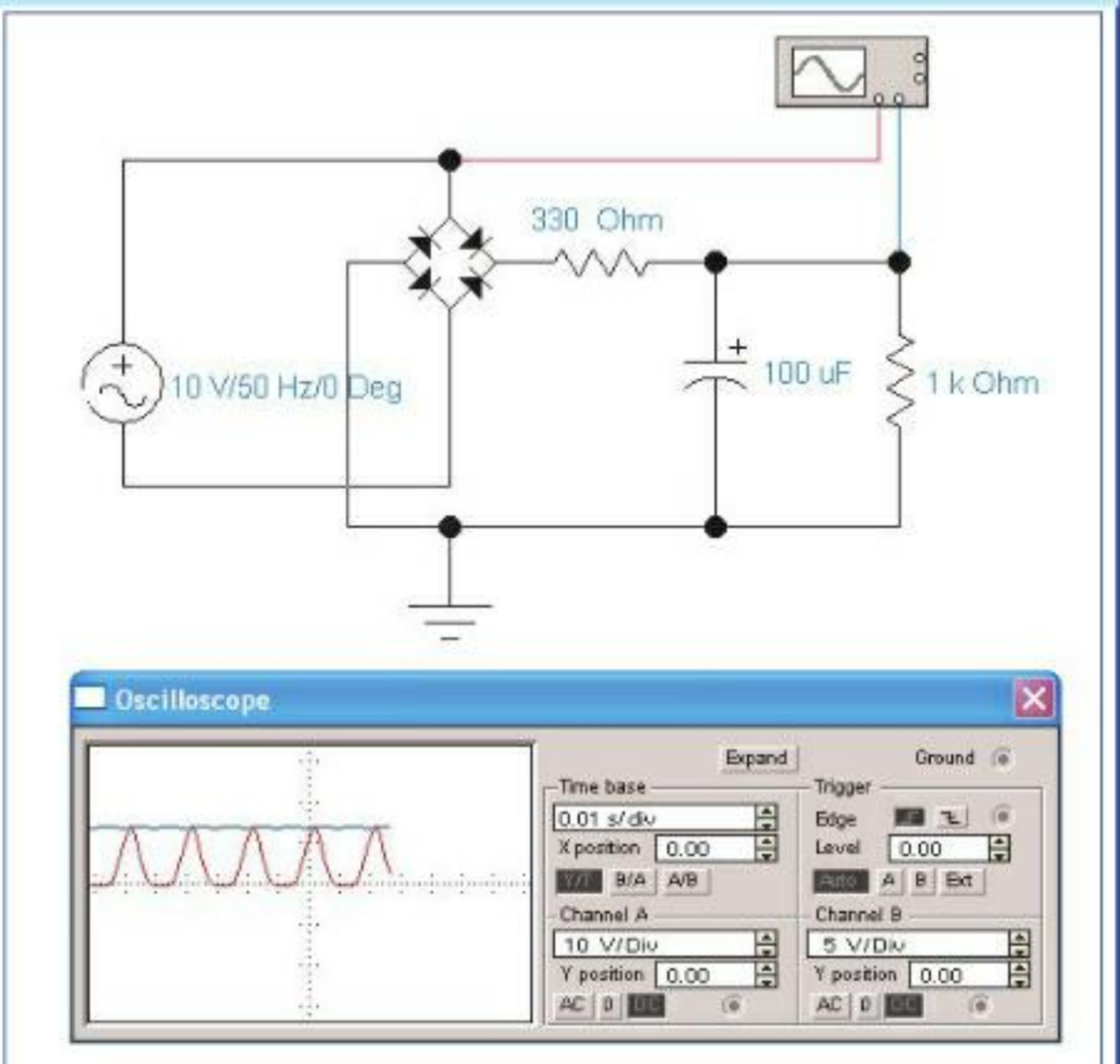


الشكل(1-60)

4. إضافة جهاز راسم الإشارة إلى الدارة وتوصيله كما يبين الشكل(1-61).
5. نقوم بتشغيل الدارة فتظهر الإشارات على شاشة راسم الإشارة كما يبين الشكل (1-61).

دارة تقويم موجة كاملة

6. نقوم بتشغيل الدارة فتظهر الإشارات على شاشة راسم الإشارة كما يبين الشكل(1-61).

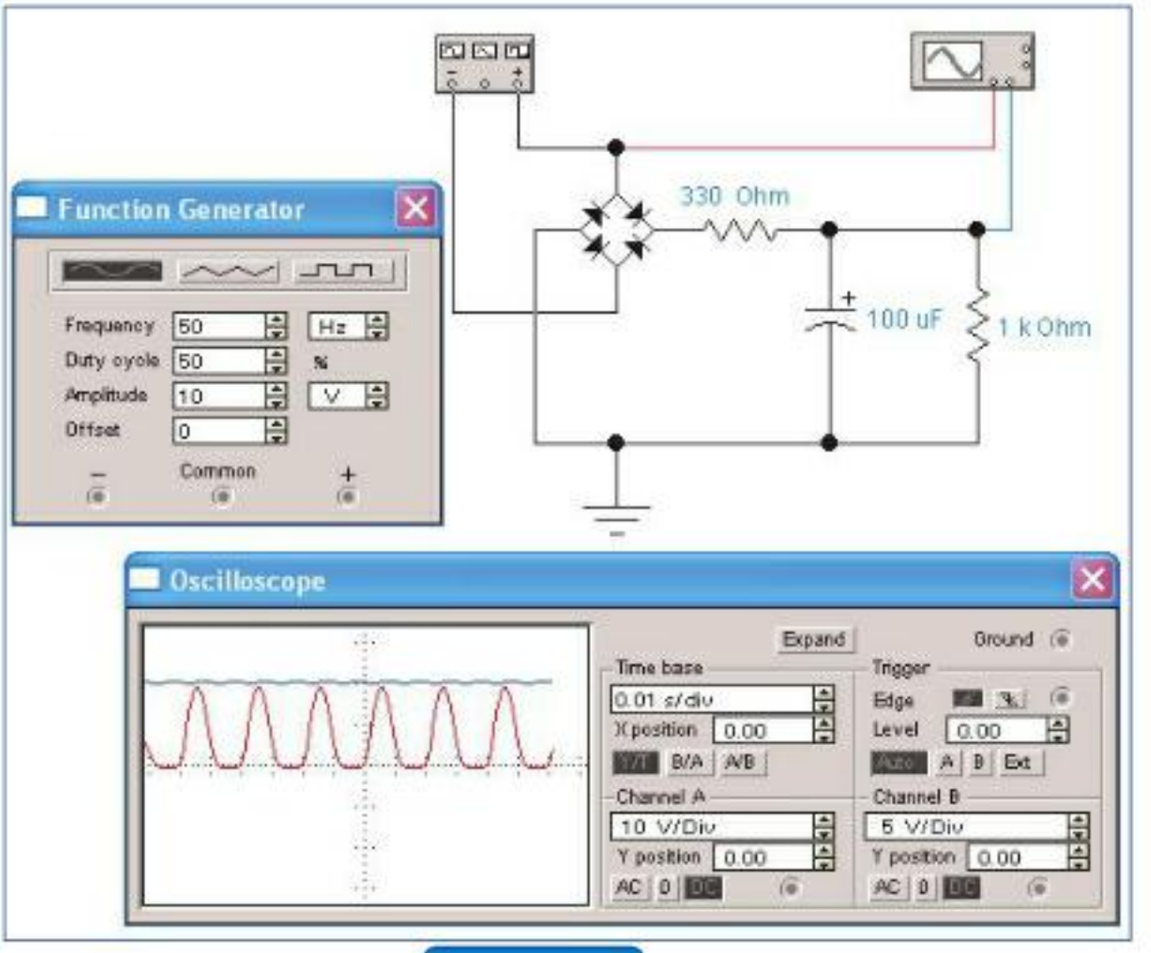


الشكل(1-61)

نشاط

قم باستبدال منبع الجهد المتناوب بجهاز مولد الترددات المبين بالشكل(1-62) ثم أعد تشغيل وتحليل الدارة.

دارة تقويم موجة كاملة



الشكل(1-62)

نشاط

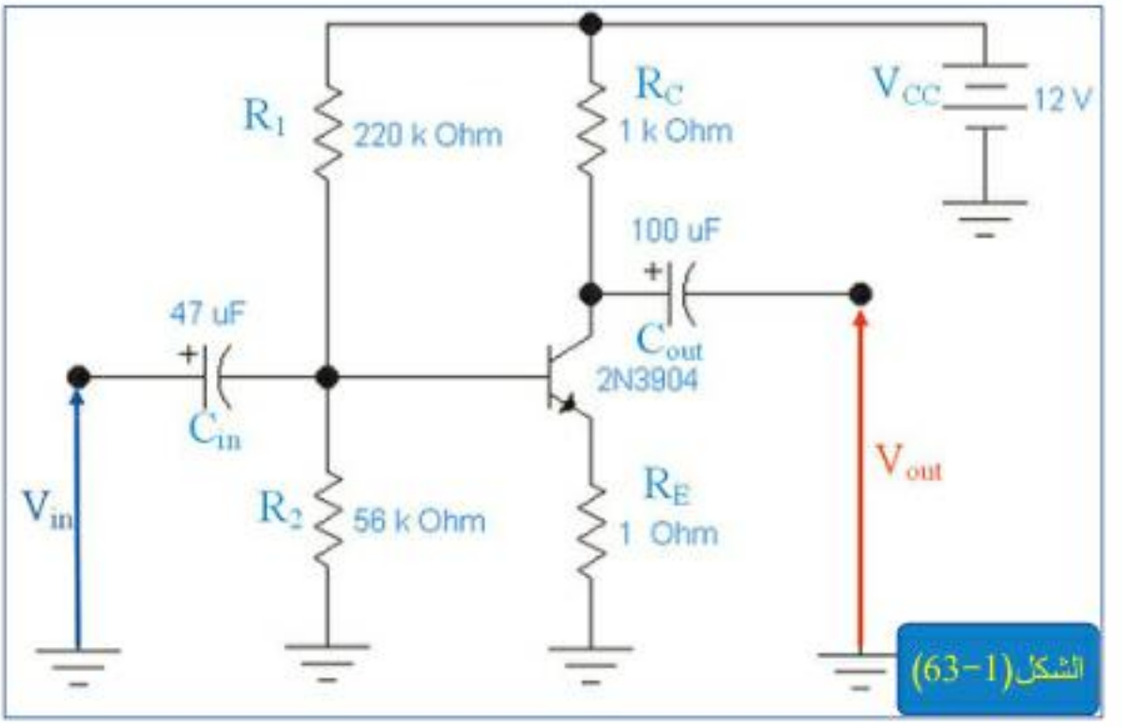
قم بتغيير قيمة المكثف بالقيم الآتية على الترتيب (1uF , 10uF , 33uF , 50uF) وبين تأثيرها على الدارة.

دارة مكبر ترانزستوري _ باعث مشترك

2-13-1

مثال 2

في هذا المثال سنقوم ببناء دارة مكبر ترانزستوري (باعث مشترك) كما يبين الشكل(1-63).



الشكل(1-63)

هذه الدارة مؤلفة من العناصر الآتية:

1. ترانزستور 2N3904
2. مقاومات 1kΩ , 220kΩ , 56kΩ ,1Ω
3. مكثفات كيميائية 100uF ,47uF
4. منبع تغذية مستمر (بطارية) V_{cc}=12v

دارة مكبر ترانزستوري _ باعث مشترك

خطوات التوصيل واختبار الدارة

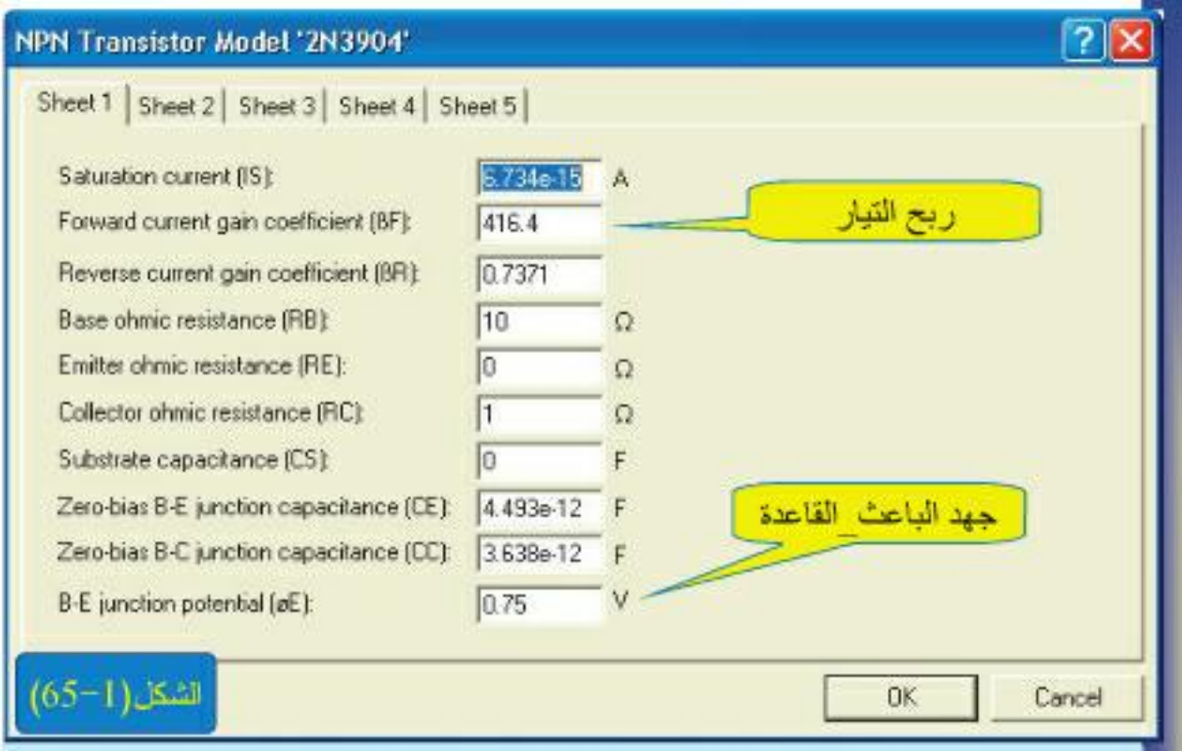
1. اختيار العناصر المطلوبة.
2. تغيير قيم العناصر إلى القيم المطلوبة وتوصيلها وفق المخطط.

وسنوضح هنا كيفية اختيار الترانزستور كما يبين الشكل(1-64) من شريط الأدوات Transistors نقوم بنقر رمز ترانزستور NPN ثم سحبه إلى الموضع المطلوب على منصة العمل.

الشكل(1-64)

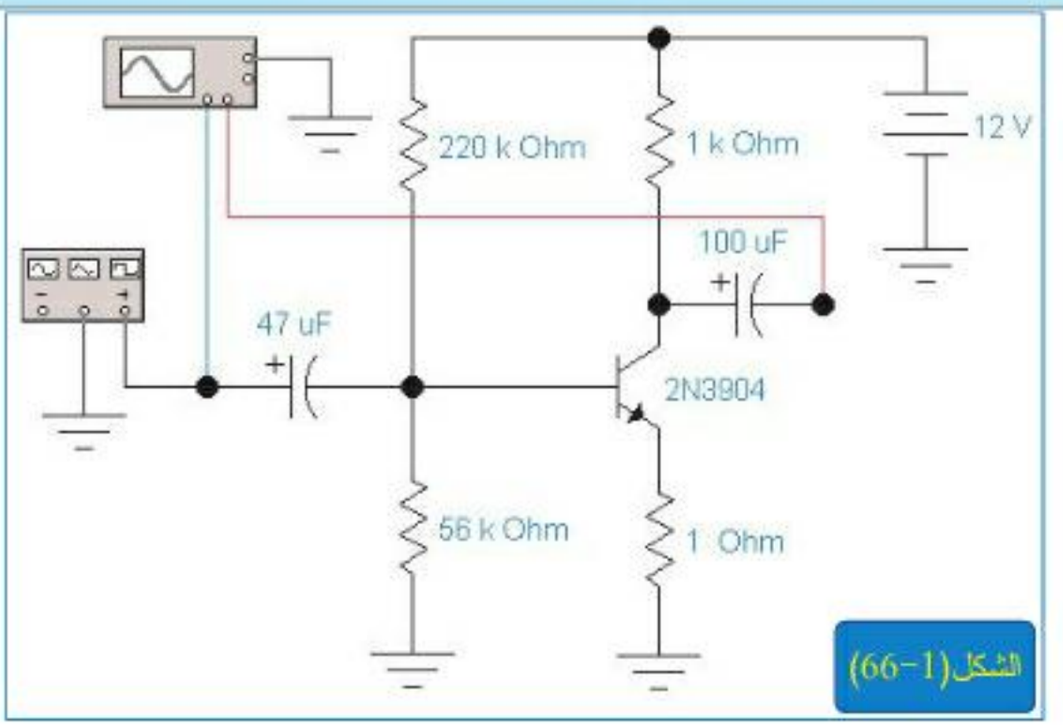
من إطار خصائص الترانزستور " NPN Transistor Properties " نختار الترانزستور 2N3904 ثم النقر على الزر " Ok "، ويمكننا التعرف على خصائص وثوابت هذا الترانزستور بالنقر على زر " Edit " كما يبين الشكل(1-65).

دارة مكبر ترانزستوري _ باعث مشترك



الشكل(1-65)

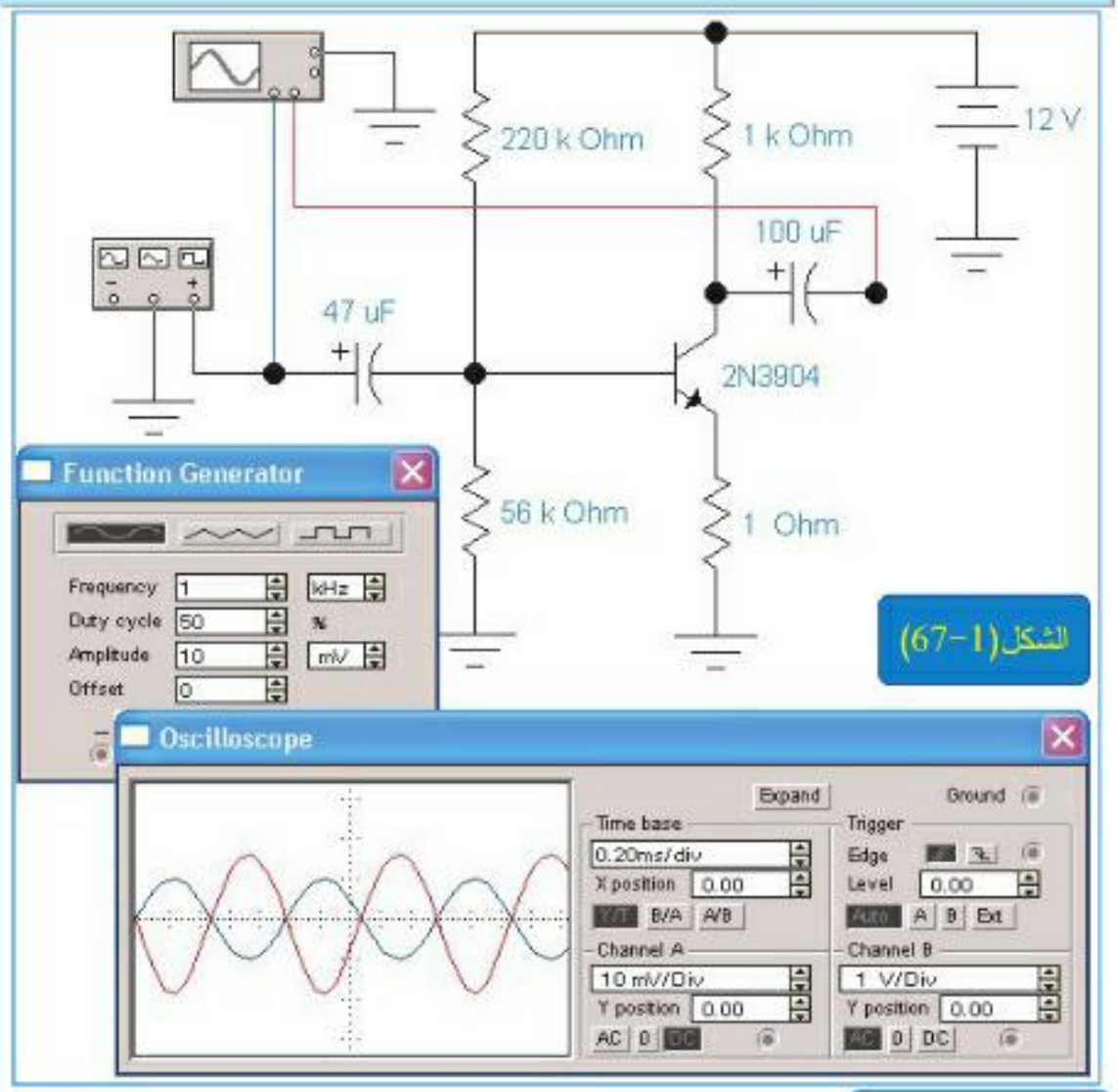
3. نضيف إلى الدارة مولد تردد بموجة جيبية ترددها 1KHz ومطالها V_P=10 mv.
4. نضيف إلى الدارة راسم إشارة كما يبين الشكل(1-66).



الشكل(1-66)

دارة مكبر ترانزستوري _ باعث مشترك

5. نشغل الدارة.
6. نضبط راسم الإشارة لرؤية إشارة الدخل V_{in} وإشارة الخرج V_{out} بشكل واضح كما يبين الشكل(1-67).



الشكل(1-67)

نشاط

- قم بتغيير قيمة المقاومة R_E من 1Ω إلى 10Ω ثم أعد تشغيل وتحليل الدارة ماذا تلاحظ؟
- ما فرق الصفحة بين إشارتي الدخل و الخرج؟
- ما تأثير تغيير قيمة كل من المقاومتين R_2 و R_C ؟

نقطة التشغيل الساكنة

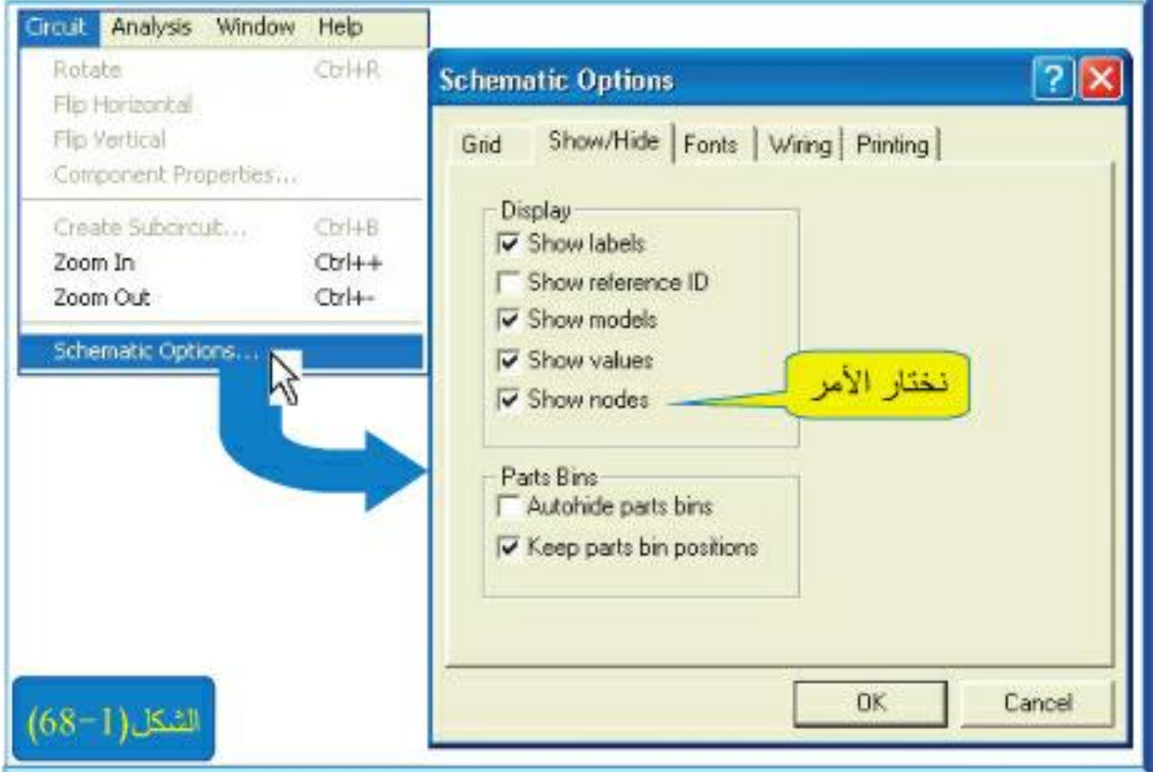
14-1 حساب نقطة التشغيل الساكنة

يقصد بحساب نقطة التشغيل الساكنة حساب قيم الجهود والتيارات في أجزاء الدارة الإلكترونية المختلفة عند عدم وجود إشارة تيار متناوب، أي فقط جهود مستمرة.

يُمكّننا برنامج **EWB** من حساب جهود وتيارات نقطة التشغيل الساكنة بسهولة ويسر.

وبالعودة إلى دارة مكبر الباعث المشترك السابقة واتباع الخطوات الآتية:

1. نقوم بإظهار أرقام التوصيلات والتفريعات **Node** في الدارة وذلك باختيار الأمر " **Schematic Options** " ثم اختيار الأمر " **Show nodes** " من إطار " **Schematic Options** " كما يبين الشكل(1-68).



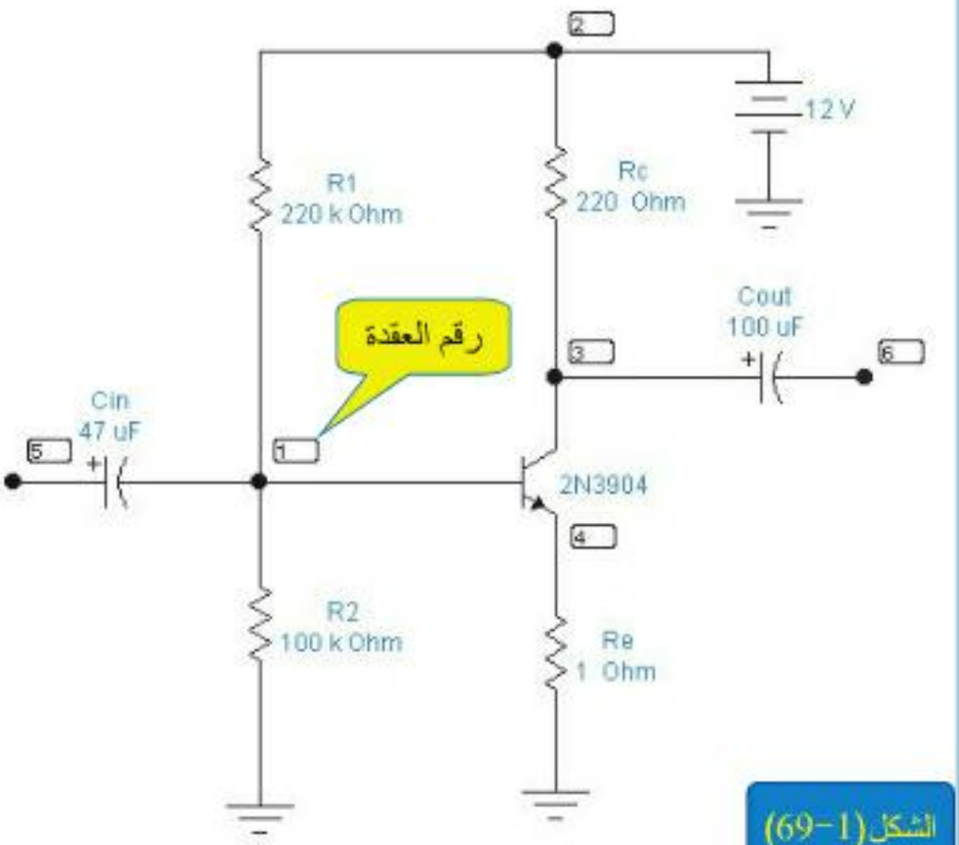
الشكل(1-68)

عندها نلاحظ ظهور أرقام العقد (أو تسمياتها) ضمن مستطيلات صغيرة بالقرب من توصيلات وتفريعات الدارة كما يبين الشكل(1-68).

ملاحظة

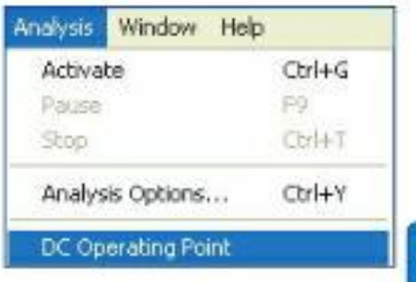
قد لا تكون ترتيب هذه الأرقام مطابقة للشكل(1-59) السابق.

نقطة التشغيل الساكنة

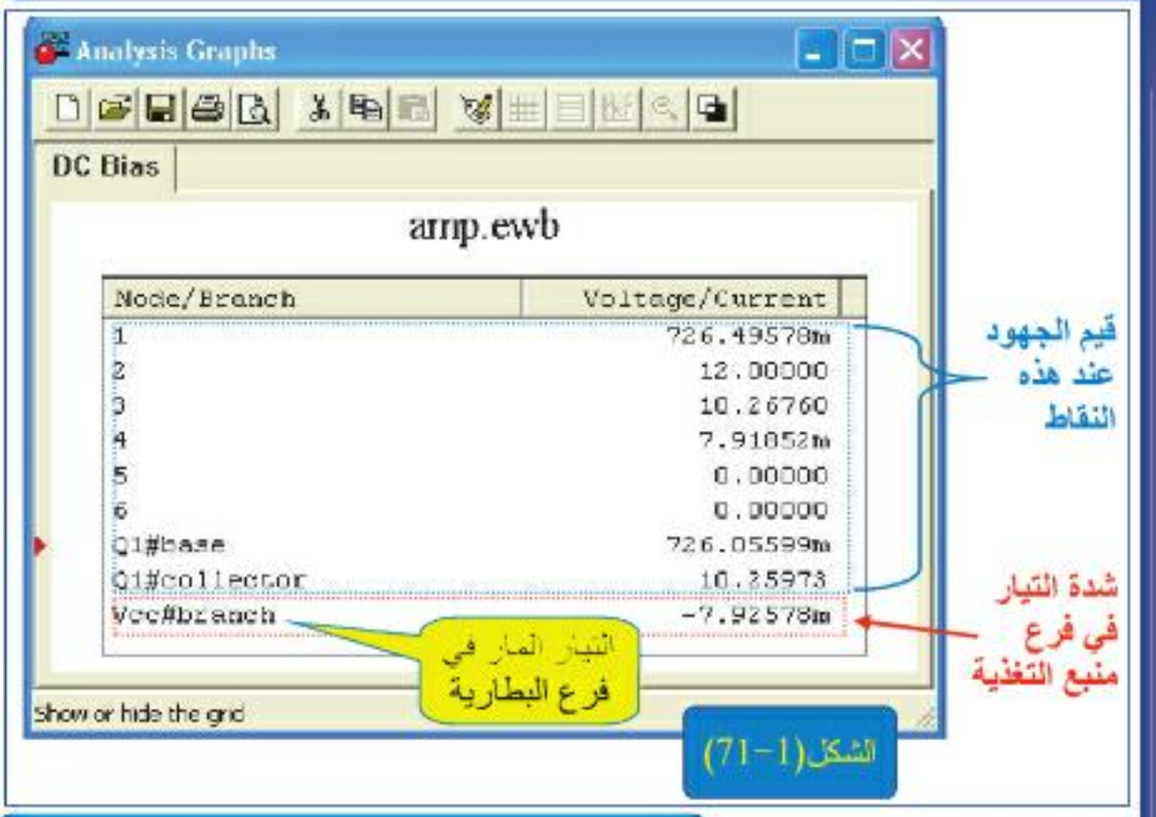


الشكل(1-69)

2. من القائمة " **Analysis** " نختار الأمر " **DC Operating Point** " كما يبين الشكل(1-70) عندها يقوم البرنامج بحساب وإظهار إطار " **Analysis Graphs** " و تظهر قيم الجهود والتيارات في التبويب " **DC Bias** " كما يبين الشكل(1-71).



الشكل(1-70)



الشكل(1-71)

الشكل(1-72)

ملاحظة

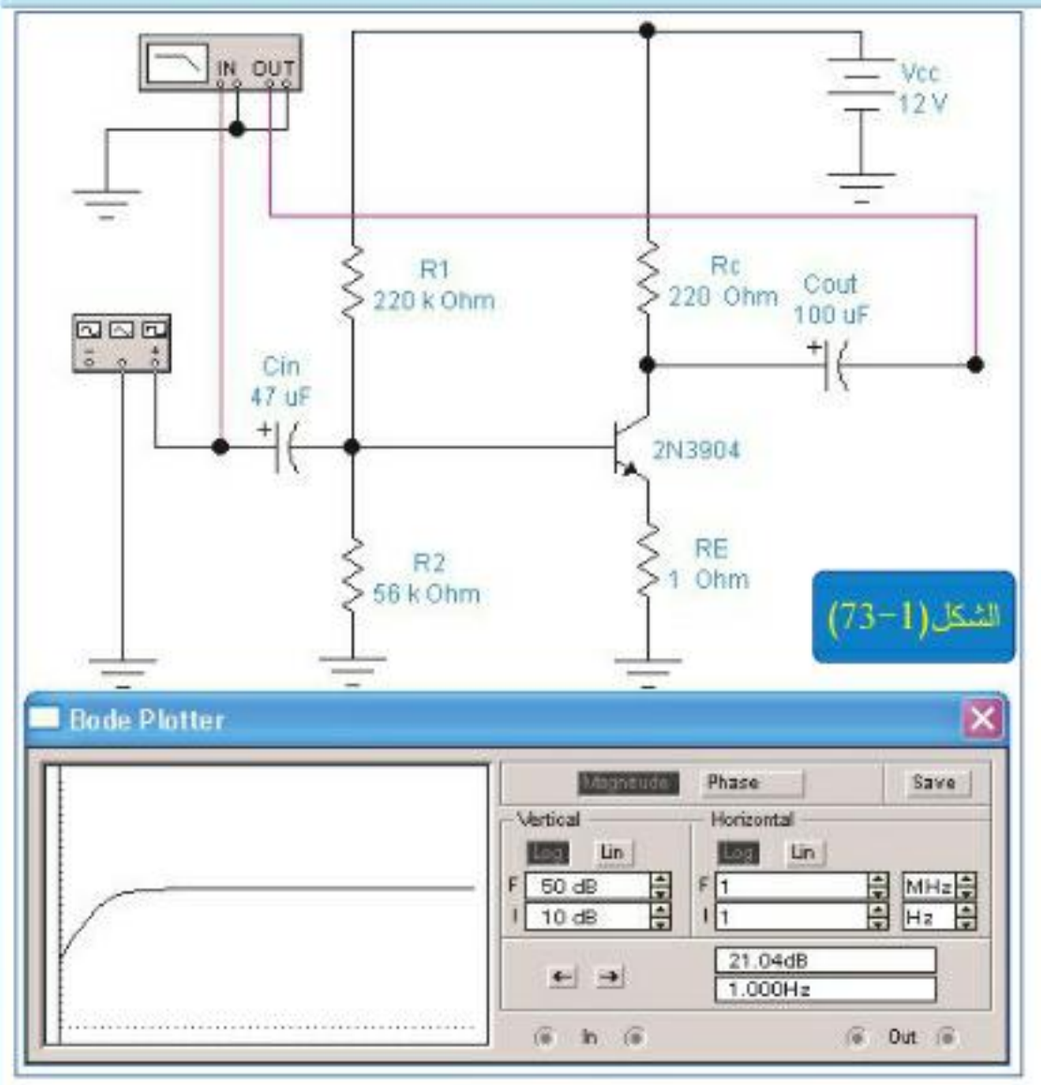
قد لا تكون ترتيبات هذه الأرقام مطابقة للشكل(1-69) السابق، لذلك يمكننا تغيير أرقام العقد أو التفريعات **Node ID** وذلك بالنقر المزدوج على أي عقدة منها ثم تغيير رقمها كما يبين الشكل(1-72)، وكذلك يمكننا تحديد لون لكل عقدة وإظهار أو إخفاء رقمها (أو تسميتها).

15-1

منحني الاستجابة الترددي

يُمكننا برنامج **EWB** من رسم منحني الاستجابة الترددي لدارة ما (دارة تكبير ، مرشح..) وسنوضح ذلك برسم منحني الاستجابة الترددي لدارة المكبر المبينة في المثال 2.

أولاً نضيف إلى الدارة جهاز راسم منحني الاستجابة الترددي **Bode Plotter** من شريط الأدوات **Instruments** لتصبح الدارة كما يبين الشكل(1-73).



الشكل(1-73)

ملاحظة

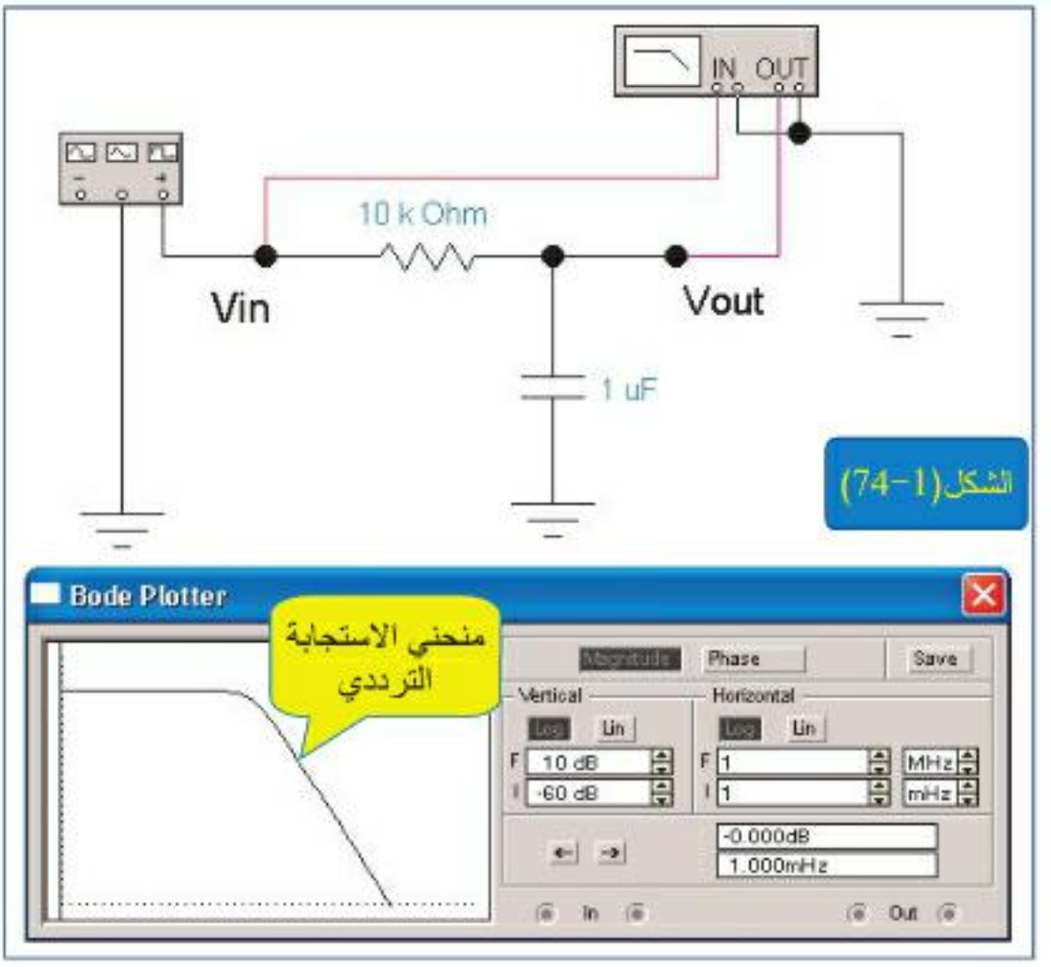
يجب إضافة مولد تردد إلى الدارة لرسم منحني الاستجابة الترددي.

منحني الاستجابة الترددي لدارة تكامل

سنبين منحنيات الاستجابة الترددية لبعض الدارات في الأمثلة الآتية:

1-15-1 مثال 1

منحني الاستجابة الترددية لدارة تكامل (مرشح تردد منخفض) مكونة من مقاومة ومكثف على التسلسل تطبق إشارة مولد الترددات على دخل الدارة (الطرف الأول الحر للمقاومة) ويؤخذ الخرج من خرج الدارة (نقطة اتصال طرف المكثف مع طرف المقاومة)،بعد تشغيل الدارة يقوم برنامج **EWB** بحساب ورسم منحني الاستجابة الترددي للدارة كما يبين الشكل(1-74).



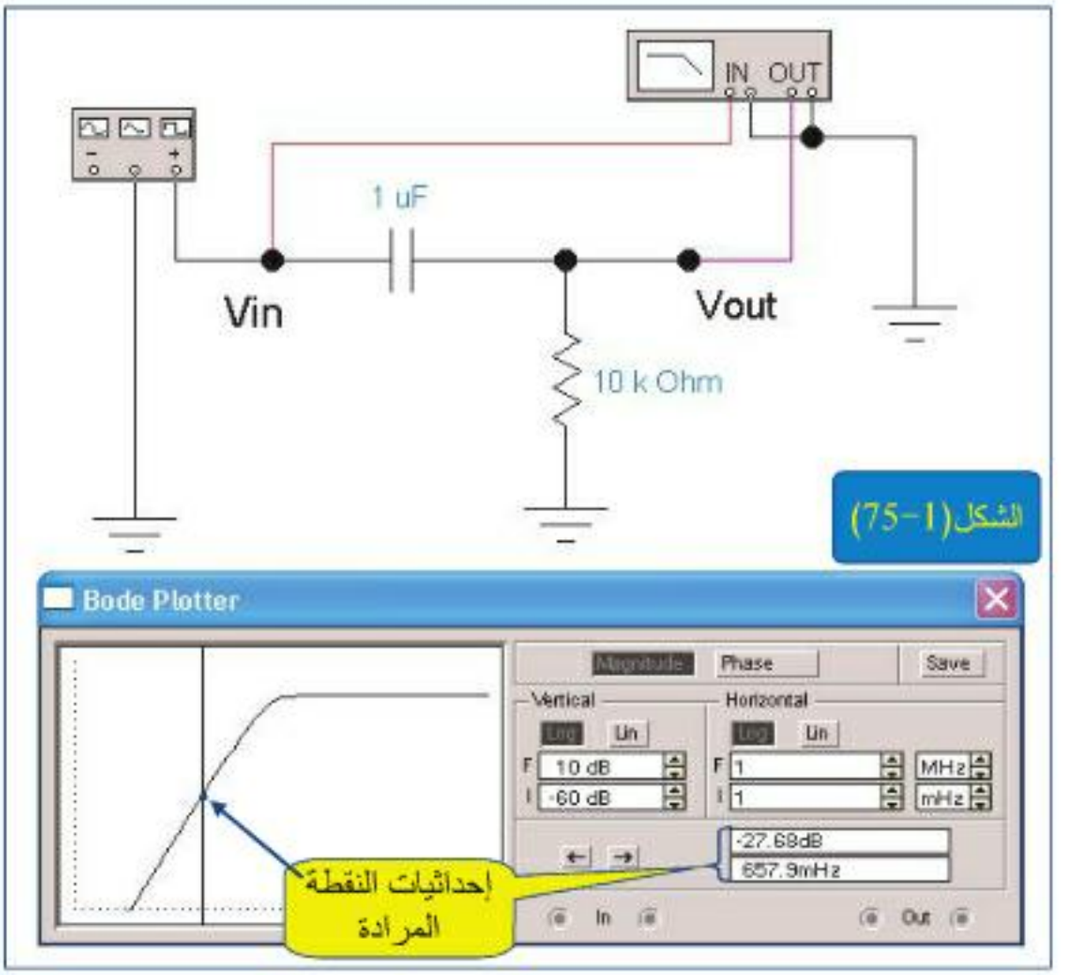
الشكل(1-74)

منحني الاستجابة الترددي لدارة تفاضل

2-15-1

مثال 2

منحني الاستجابة الترددية لدارة تفاضل (مرشح تردد مرتفع) مكونة من مقاومة ومكثف على التسلسل وتطبق إشارة مولد الترددات على دخل الدارة (الطرف الأول الحر للمكثف) وتؤخذ إشارة الخرج من خرج الدارة والمتمثل بنقطة اتصال المقاومة والمكثف كما يبين الشكل(1-75). يمكننا الاستفادة من المؤشر العمودي في شاشة **Bode Plotter** حيث أن نقطة تقاطع المؤشر (الدليل) العمودي مع منحني الاستجابة الترددي للدارة تحدد قيمة تخميد الدارة عند هذا التردد، ويمكننا معرفة إحداثيات أي نقطة من المنحني بإزاحة المؤشر العمودي إلى تلك النقطة وقراءة إحداثياتها أسفل إطار **Bode Plotter**.



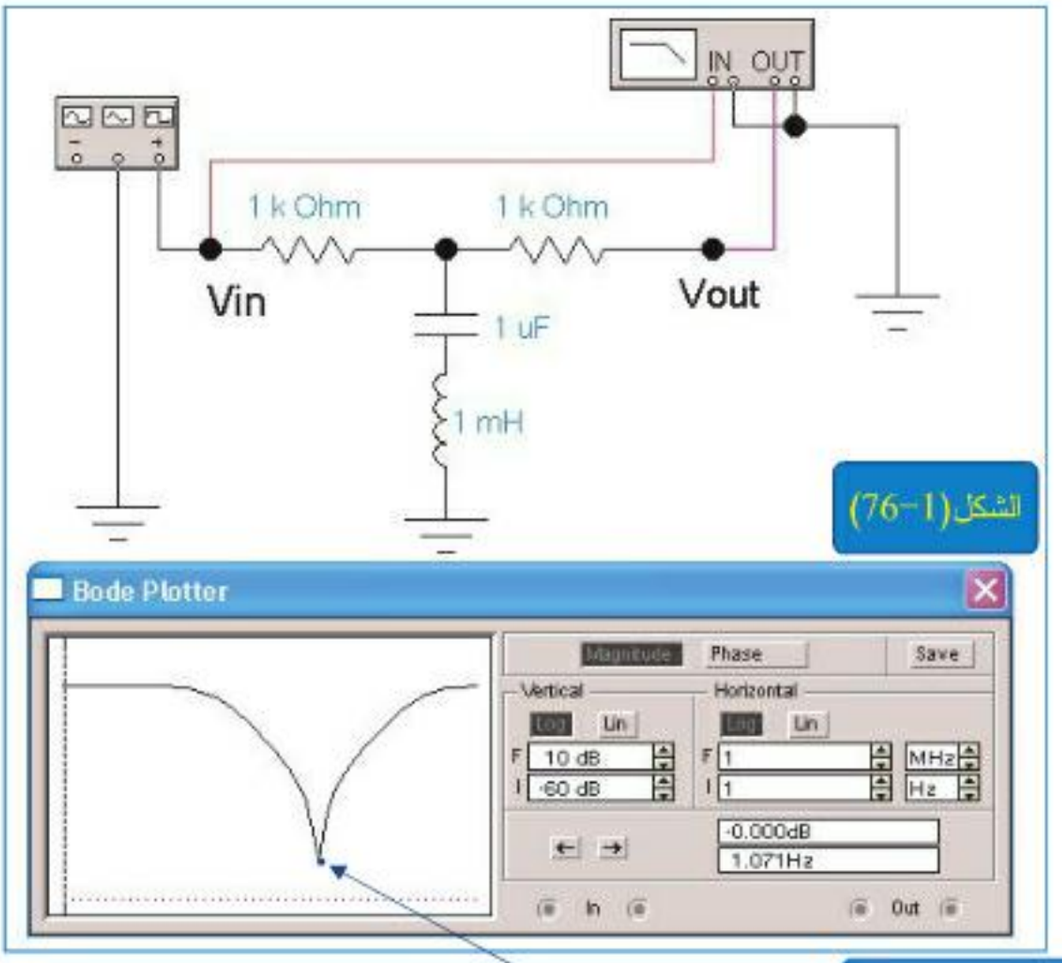
الشكل(1-75)

منحني الاستجابة الترددي لدارة رنين تسلسلية

3-15-1

مثال 4

يبين الشكل(1-76) منحني الاستجابة الترددية لدارة رنين تسلسلية مكونة من ملف ومكثف على التسلسل وكما نلاحظ من الشكل فالدارة تمثل منحني تمرير حزمة وتكون الإشارة أقل ما يمكن عند تردد الرنين (نقطة الحضيض).



الشكل(1-76)

نشاط

1. قم بإيجاد إحداثيات نقطة الحضيض لمنحني الاستجابة الترددي للدارة السابقة.
2. قم بدراسة منحني الاستجابة الترددي لدارة رنين تفرعية واستنتج ماذا تمثل، ثم أوجد إحداثيات نقطة الذروة لها.

تنسيق الدارة والتحكم في مكونات الدارة

16-1 تنسيق الدارة

لكي يبدو منظر الدارة الإلكترونية النهائي بالشكل المطلوب، يوفر لنا برنامج EWB إمكانية تعديل شكل الدارة مثل تغيير لون خطوط التوصيل بين مكونات الدارة وتحريك هذه الخطوط للأعلى والأسفل أو إلى اليمين أو اليسار، كذلك يُمكّننا من تحريك عناصر الدارة وتغيير اتجاهها (دورانها) وعكس اتجاهها. كما سنبين فيما يأتي:

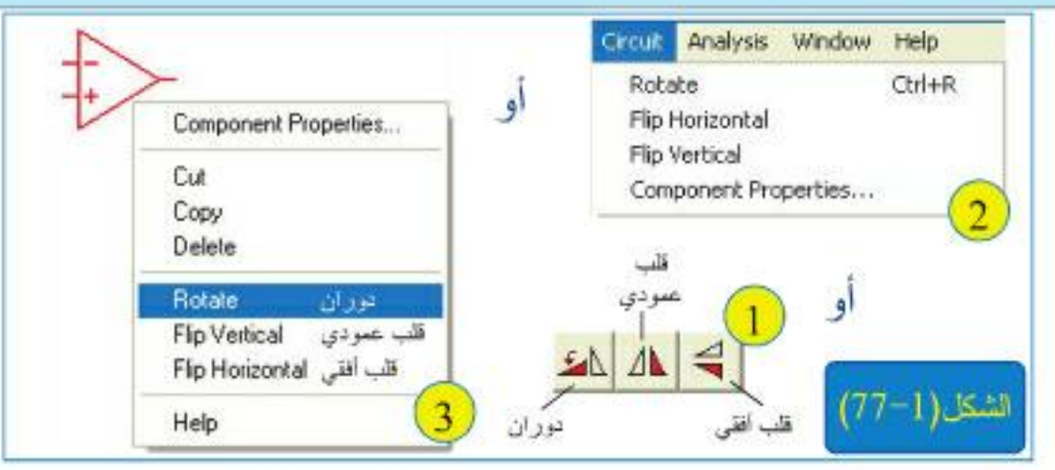
1-16-1 تحريك ودوران المكونات

يمكن **نقل أو تحريك** أي مكون أو عنصر من الدارة وذلك بالنقر على العنصر المراد تحريكه حتى يصبح لونه أحمر ثم:

1. سحبه بالفارة
2. أو تحريكه للأعلى أو الأسفل أو إلى اليمين أو اليسار عن طريق الضغط على أزرار أسهم لوحة المفاتيح.

أما **دوران وقلب** العنصر فيتم عن طريق نقر العنصر حتى يصبح لونه أحمر ثم:

1. النقر على أحد أزرار الدوران أو القلب (العكس) من شريط الأدوات.
2. أو باستخدام هذه الأوامر من القائمة "Circuit" .
3. أو باستخدام أوامر القائمة المنسدلة عند النقر على العنصر بزر الفأرة اليميني كما يبين الشكل(1-77).



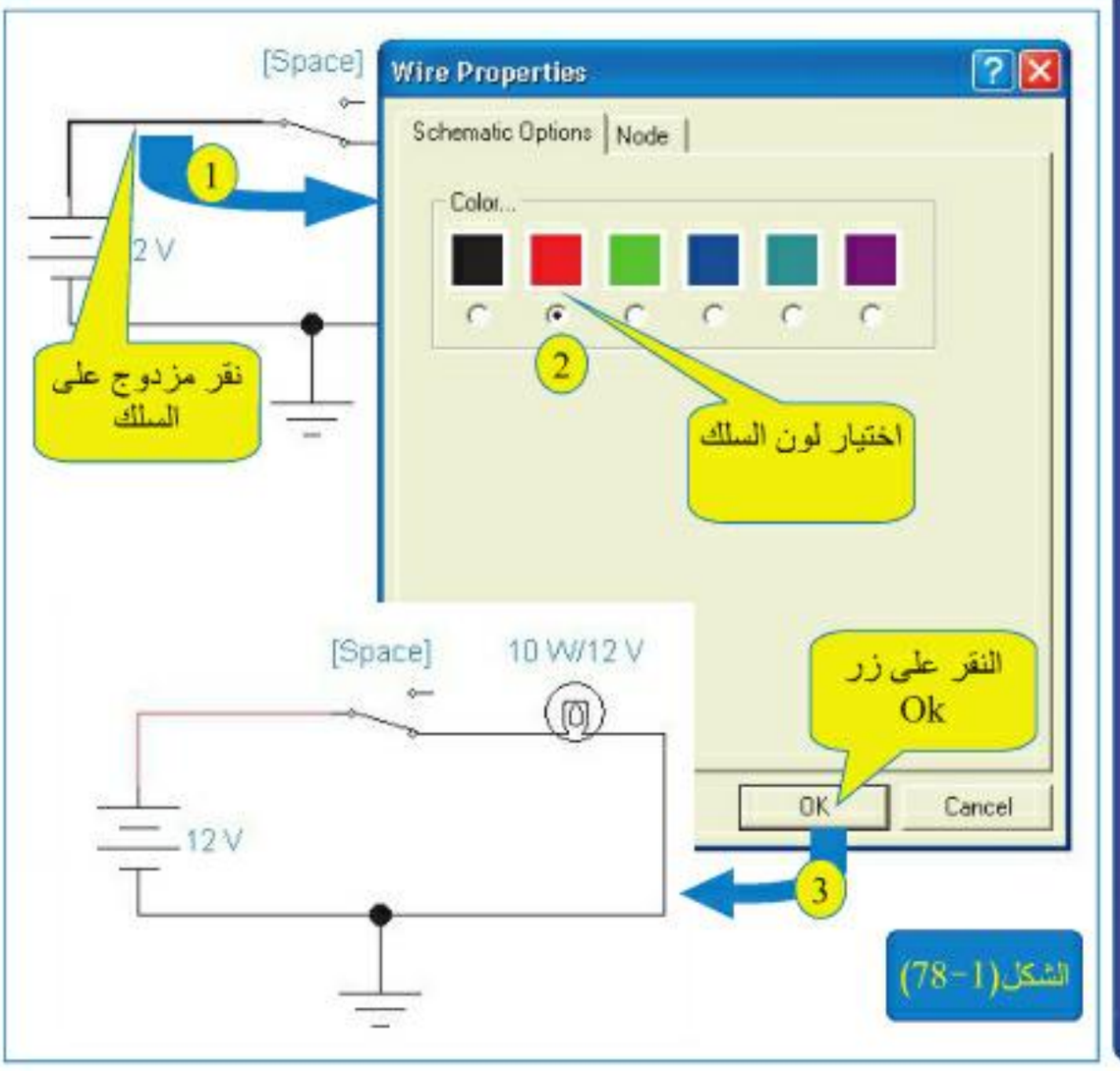
الشكل(1-77)

التحكم في خطوط توصيل الدارة (تغيير لون السلك)

2-16-1 التحكم في خطوط التوصيل

يمكنك التحكم في خطوط توصيل المكونات وذلك إما بتغيير لونها أو بإزاحتها كما يلي:

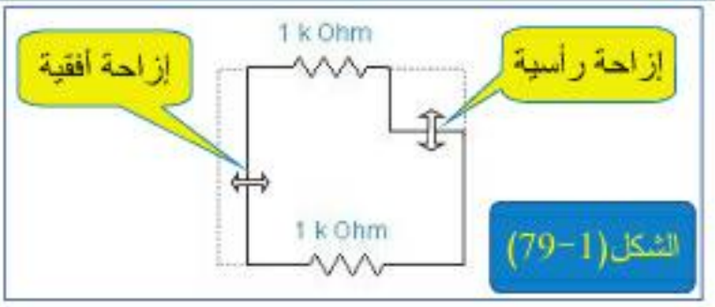
1. يتم **تغيير لون الخط** للمساعدة في فهم الدارة وسهولة التمييز بين التوصيلات وتسهيل عملية الوصل بين العناصر خلال عمل الدارات الكبيرة والمعقدة فمثلاً نلون خط التغذية الموجب باللون الأحمر وذلك بالنقر المزدوج بزر الفأرة اليساري عليه فتظهر شاشة خصائص السلك (الخط) Wire Properties بعدها نقوم بتحديد اللون الأحمر ثم نضغط على زر OK فيتم تلوينه باللون الأحمر، كما يبين الشكل(1-



الشكل(1-78)

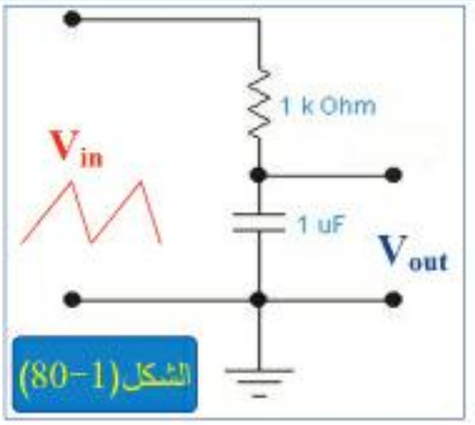
التحكم في خطوط توصيل الدارة (تحريك ونقل السلك)

2. أما التحكم في **تحريك خط التوصيل** (السلك) للأعلى أو الأسفل أو اليمين أو اليسار فيتم عن طريق وضع مؤشر الفأرة على الخط المطلوب ثم نقر الزر الأيسر للفأرة حتى يصبح شكل المؤشر عبارة عن سهمين متضادين ⇔ أفقيين للإزاحة يميناً ويساراً، أو سهمين متضادين عمودياً ⇕ للإزاحة للأعلى والأسفل، وعندها نستطيع إزاحة الخط بتحريك الفأرة للمكان المطلوب كما يبين الشكل(1-79). وباستخدام هذه الطرائق يمكننا إخراج الدارة بشكل متناسق وملائم.



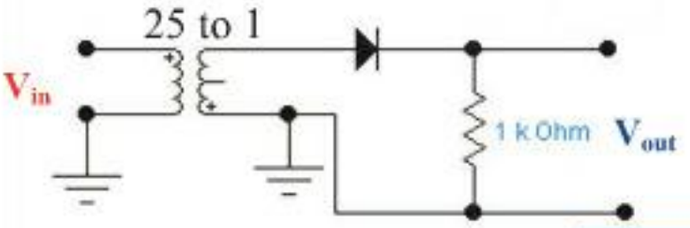
نشاط

1. باستخدام مولد الترددات أدخل موجة مربعة ترددها 1kHz إلى جهاز راسم الإشارة ووازن بين القيم الموجودة على مولد الترددات وقيم الإشارة الظاهرة في الراسم .
2. ارسم الدارة الموضحة في الشكل(1-80) باستخدام برنامج EWB مع بيان (إظهار) كل من إشارتي الدخل والخرج على شاشة راسم الإشارة علماً أن إشارة الدخل مثلثية الشكل ولها V_p=5v.



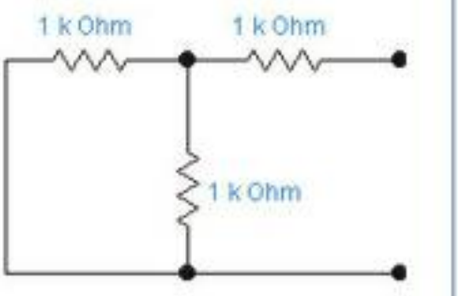
نشاط

3. باستخدام برنامج EWB قم ببناء الدارة المبينة في الشكل(1-81)، ثم بين على جهاز راسم الإشارة إشارتي الدخل والخرج علماً أن:
جهد الدخل V_{in} متناوب جيبي (V_p=220v , F=50 Hz) ونسبة التحويل لمحول القدرة (25 to 1).
من خلال النتائج التي حصلت عليها، ما عمل هذه الدارة؟
أعط اسماً لهذه الدارة.



الشكل(1-81)

4. نريد قياس قيمة المقاومة الكلية (المكافئة) للدارة الموضحة في الشكل(1-82) باستخدام برنامج EWB .
ما الجهاز المستخدم لهذا الغرض؟
احسب قيمة المقاومة نظرياً، ووازنها بالقيمة المقاسة بالجهاز السابق.



الشكل(1-82)

المكونات والأجهزة الرقمية

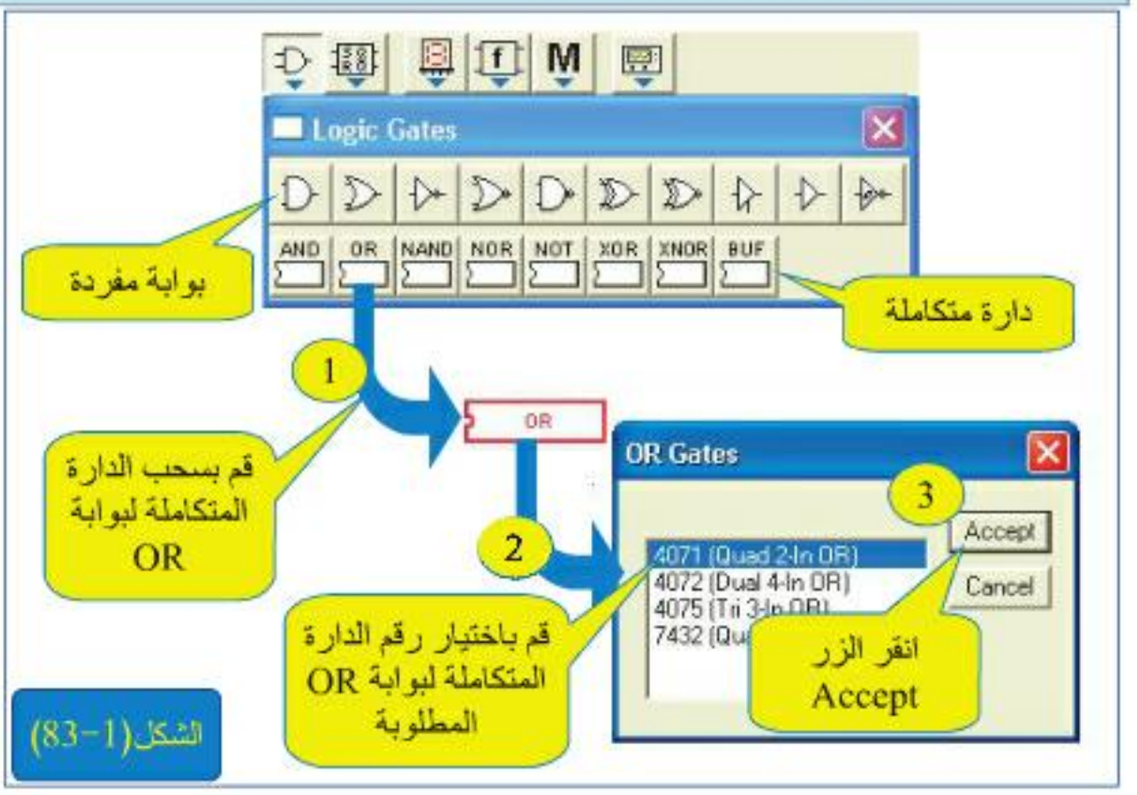
17-1 استخدام المكونات والأجهزة الرقمية

يُقدّم لنا برنامج EWB إمكانية تحليل واختبار الدارات المنطقية والرقمية بمختلف أنواعها ابتداءً بالبوابات المنطقية والقلابات والمسجلات والعدادات وانتهاءً بالدارات المعقدة متعددة الأغراض والوظائف.

1-17-1 استخدام البوابات المنطقية الأساسية والمشتقة

يُوفّر لنا برنامج **EWB** شريط الأدوات **Logic Gates** الذي يحوي البوابات المنطقية الأساسية والمشتقة بنوعيها المفردة أو المتواجدة ضمن إحدى الدارات المتكاملة العملية من العائلتين المنطقيتين: **TTL** (74xxx) و **CMOS** (40xx).

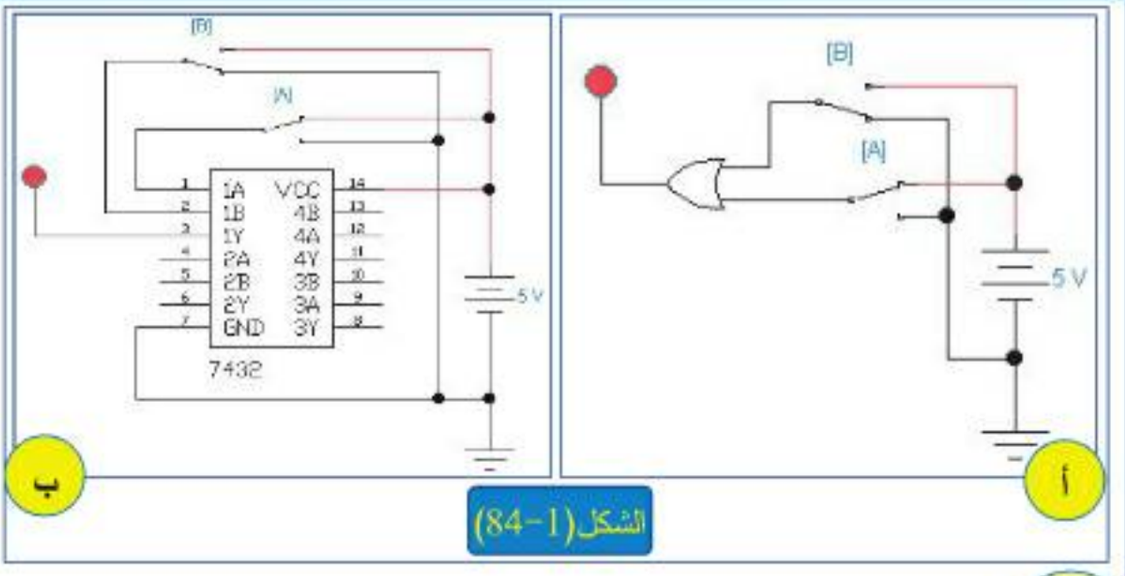
يبين الشكل(1-83) طريقة استخدام دارة متكاملة تضم بوابات **OR** وذلك بسحب هذه الدارة إلى منضدة العمل ثم اختيار رقم الدارة المتكاملة المطلوبة من إطار **OR Gates** الذي يظهر تلقائياً ويضم العديد من الدارات المتكاملة من العائلتين **TTL** و **CMOS**.



الشكل(1-83)

دارة التابع المنطقي Y=(A+B).C.D

إن استخدام الدارات المتكاملة الخاصة بالبوابات المنطقية الأساسية والمشتقة إضافة للعوازل يجعلنا أقدر على تصور الشكل العملي للدارة، لكن استخدام البوابات المفردة يعطينا تصميماً أكثر وضوحاً للدارة الرقمية ويساعد على الفهم السريع والدقيق لعمل هذه الدارة. لفهم ذلك بشكل واضح وازن بين الدارة (أ) والدارة (ب) في الشكل(1-84).



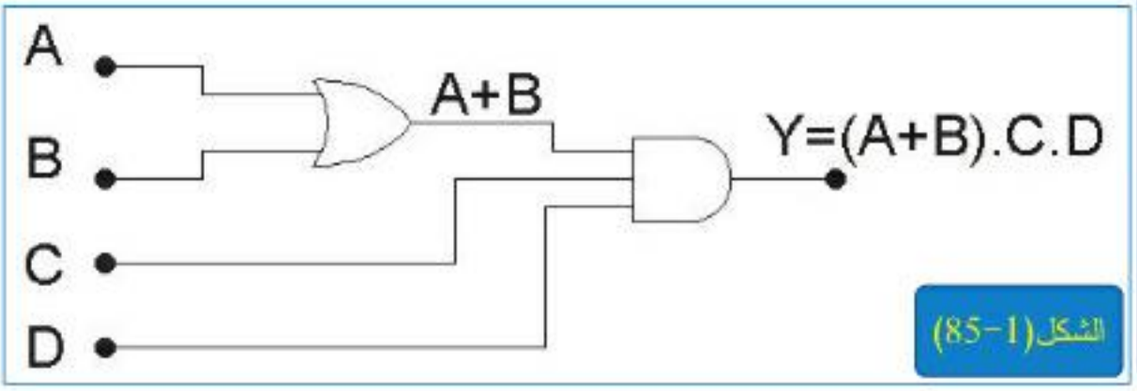
الشكل(1-84)

2-17-1

مثال

سنقوم ببناء دارة التابع المنطقي Y=(A+B).C.D وهي مكونة من بوابة OR بمدخلين وبوابة AND بثلاثة مداخل.كما يبين الشكل(1-85).

سنقوم ببناء هذه الدارة ببوابات مفردة على النحو الآتي:

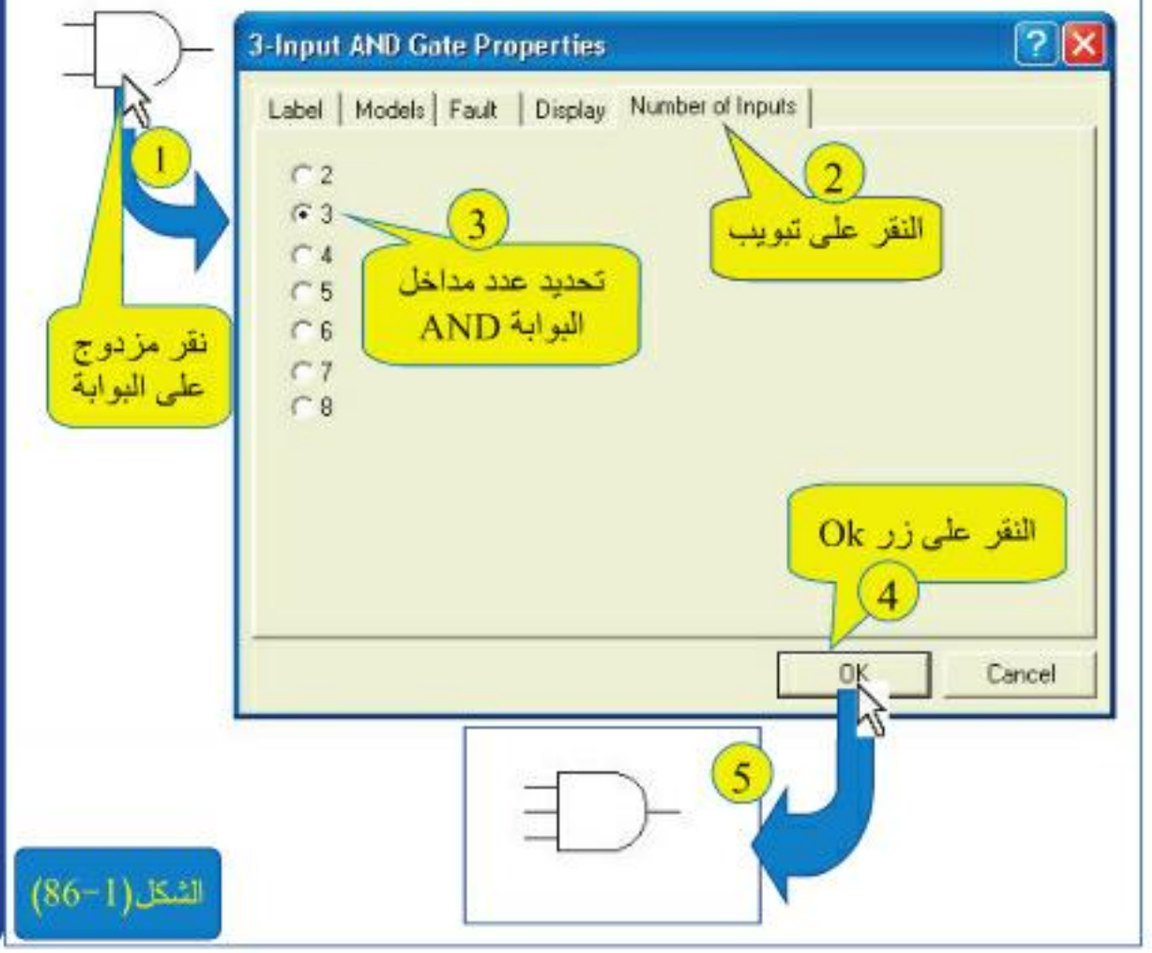


الشكل(1-85)

دارة التابع المنطقي Y=(A+B).C.D

خطوات توصيل واختبار الدارة

1. لإدراج البوابتين **AND** و **OR** يكفي أن ننقر على رمز كل منهما من شريط الأدوات **Logic Gates** بزر الفأرة الأيسر ثم سحب هذه البوابة مع استمرار النقر على مكانها المناسب إلى منضدة العمل ومن ثم إفلات زر الفأرة الأيسر.
2. لجعل البوابة **AND** بثلاثة مداخل سنقوم بالنقر المزدوج عليها فيظهر إطار خصائص بوابة **AND** "**AND Gates Properties**" المبين في الشكل(1-86) نقوم باختيار التبويب "**Number of Inputs**" أي (عدد المداخل) ثم تحديد عدد المداخل المطلوب (وهو هنا 3 مداخل)، وأخيراً ننقر زر Ok فيتم المطلوب.



الشكل(1-86)

استخدام مولد الكلمات في دارة التابع المنطقي Y=(A+B).C.D

3. كما هو معلوم فإن كلاً من المداخل A, B, C, D يأخذ إحدى الحالتين المنطقيتين 1 أو 0 كما هو مبين في الجدول(1-24).

الجدول(1-24)

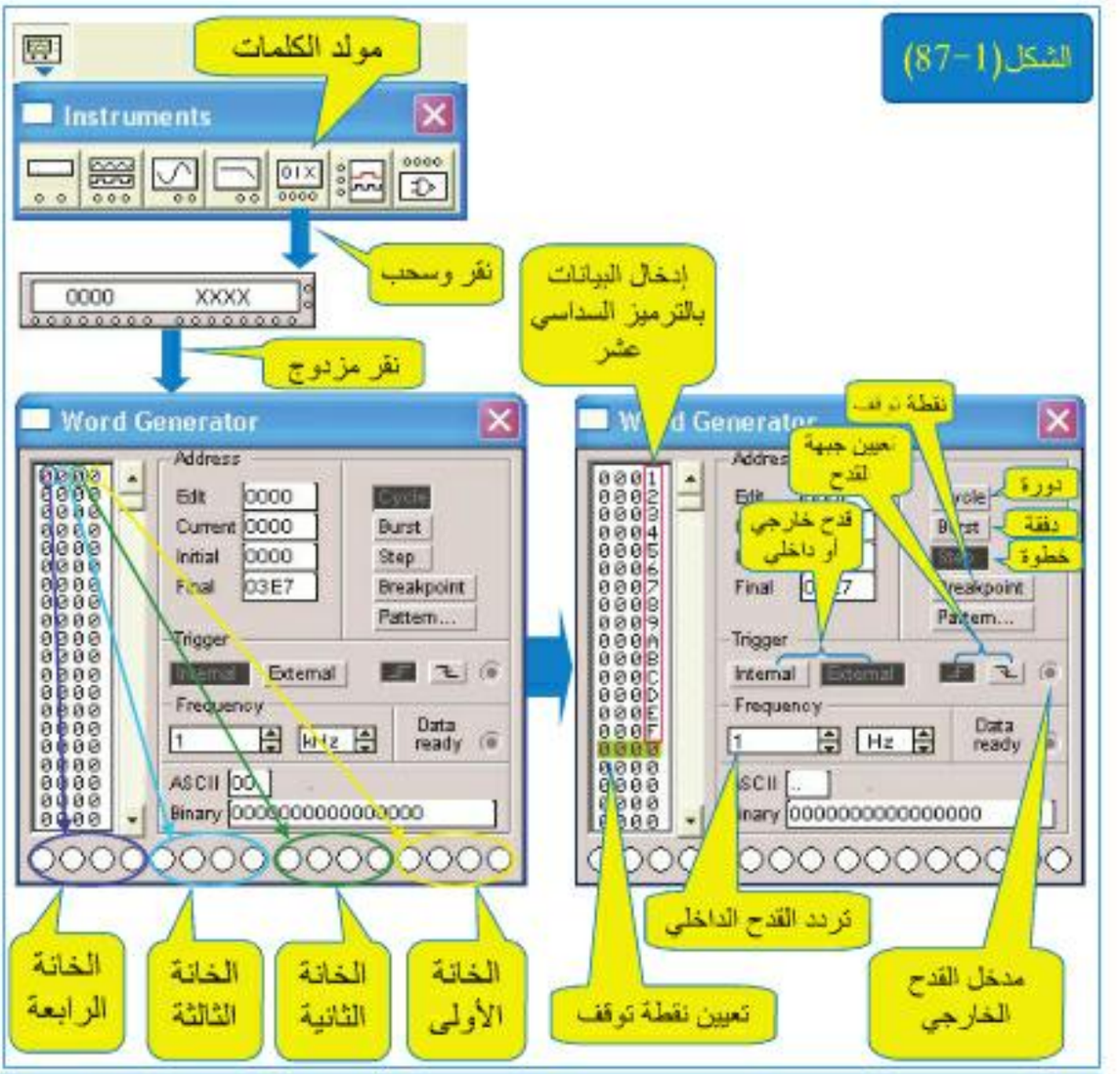
D	C	B	A	HEX
0	0	0	0	**0**
0	0	0	1	**1**
0	0	1	0	**2**
0	0	1	1	**3**
0	1	0	0	**4**
0	1	0	1	**5**
0	1	1	0	**6**
0	1	1	1	**7**
1	0	0	0	**8**
1	0	0	1	**9**
1	0	1	0	**A**
1	0	1	1	**B**
1	1	0	0	**C**
1	1	0	1	**D**
1	1	1	0	**E**
1	1	1	1	**F**

4. من أجل توليد وإدخال هذه القيم المبينة في الجدول(1-24) أعلاه نستخدم جهاز مولد الكلمات "**Word Generator**" من شريط الأدوات "**Instruments**" ثم نتبع الخطوات الآتية :

أ. نقوم بإدراج مولد الكلمات وبالنقر المزدوج عليه بزر الفأرة اليساري يظهر الإطار الخاص كما هو موضح في الشكل(1-87).

استخدام مولد الكلمات في دارة التابع المنطقي Y=(A+B).C.D

الشكل(1-87)



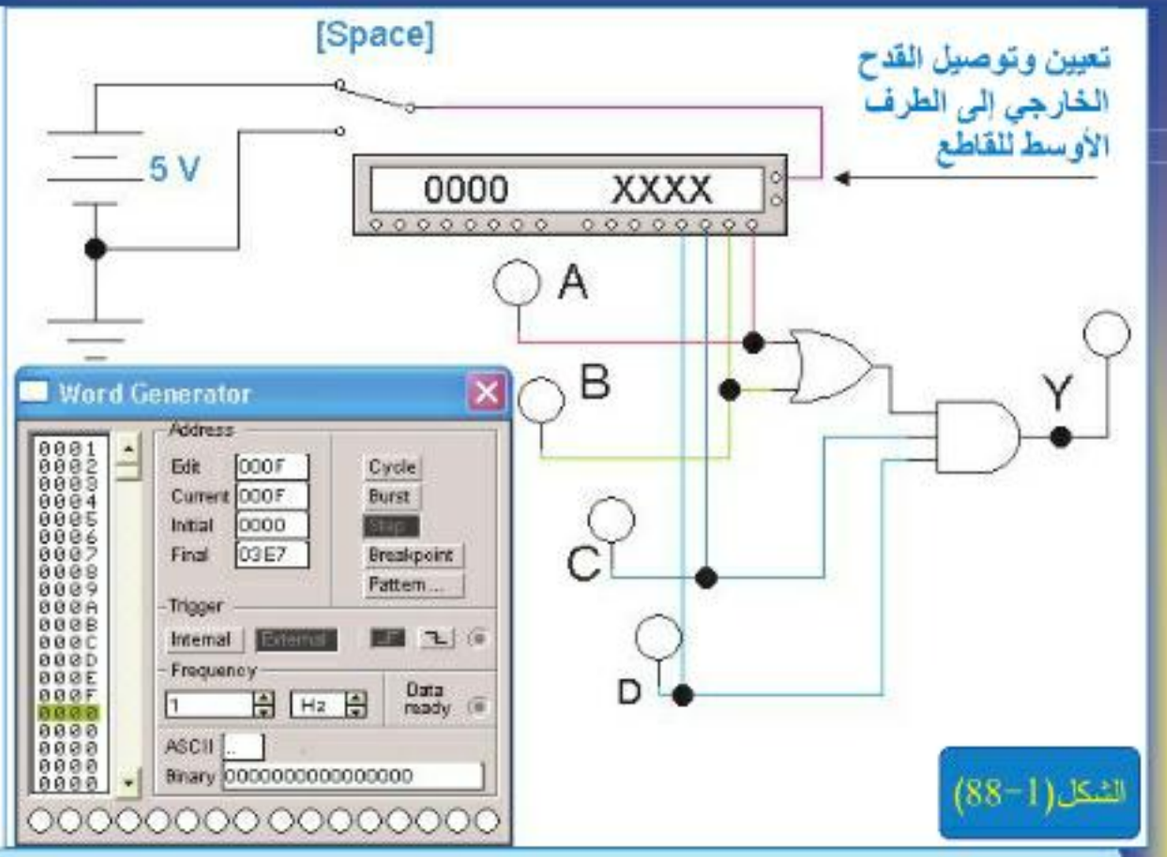
ب. نقوم بكتابة البيانات الخاصة بالمداخل الأربعة **A,B,C,D** بالترميز السداسي عشر المبين في الجدول(1-24) في الخانة الأولى (الخانة الأقل وزناً) من مولد الكلمات كما يبين الشكل(1-87). ويقوم مولد الكلمات بإخراجها بالترميز الثنائي في الخانات الأربع اليمنى في أسفل إطار **Word Generator**.

ت. في نهاية الإدخالات نحدد نقطة توقف **Breakpoint** وذلك بالنقر على الزر Breakpoint في إطار مولد الكلمات.

ث. نحدد طريقة القدح خارجياً **External** من قسم القدح في إطار مولد الكلمات.

ج. نصل مولد الكلمات إلى دارة التابع المنطقي كما يبين الشكل(1-88).

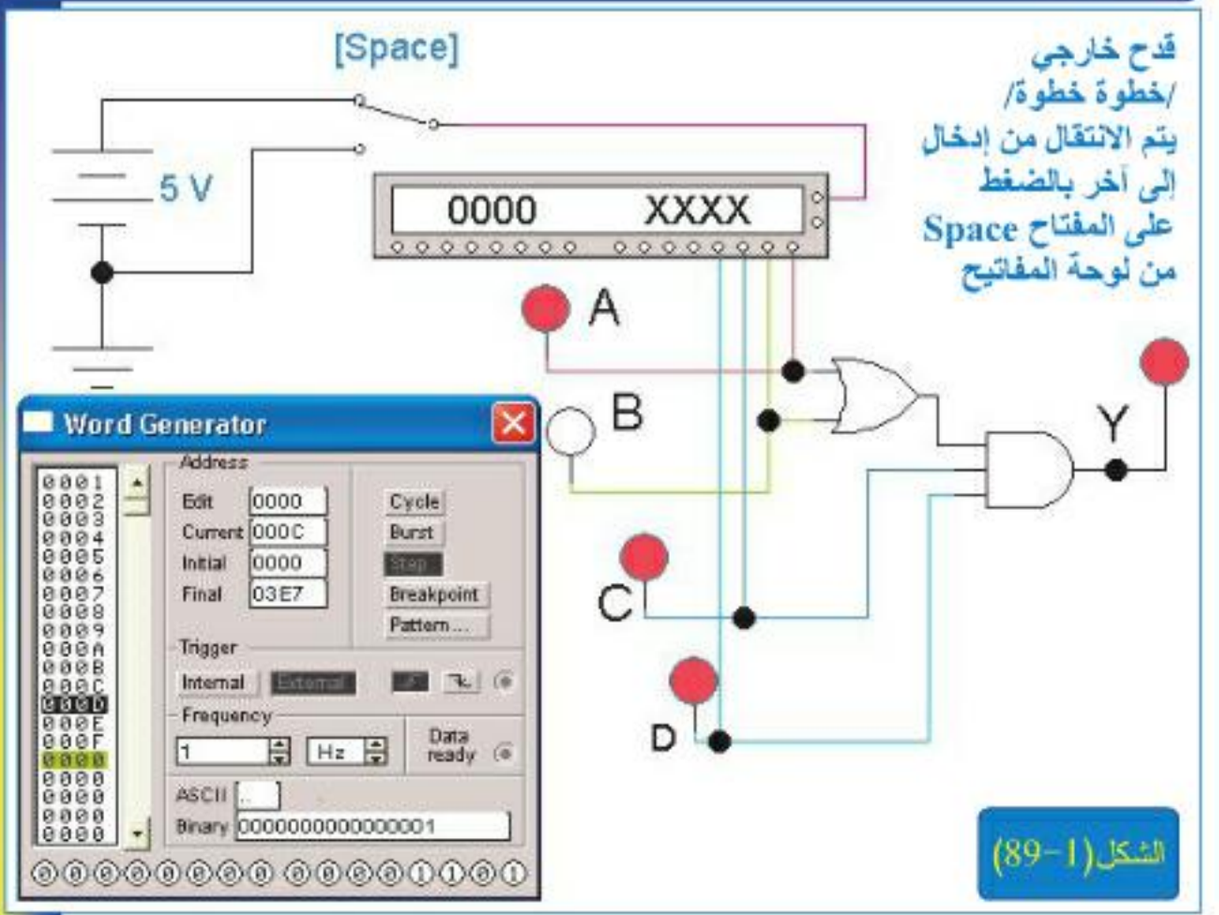
تشغيل دارة التابع المنطقي Y=(A+B).C.D



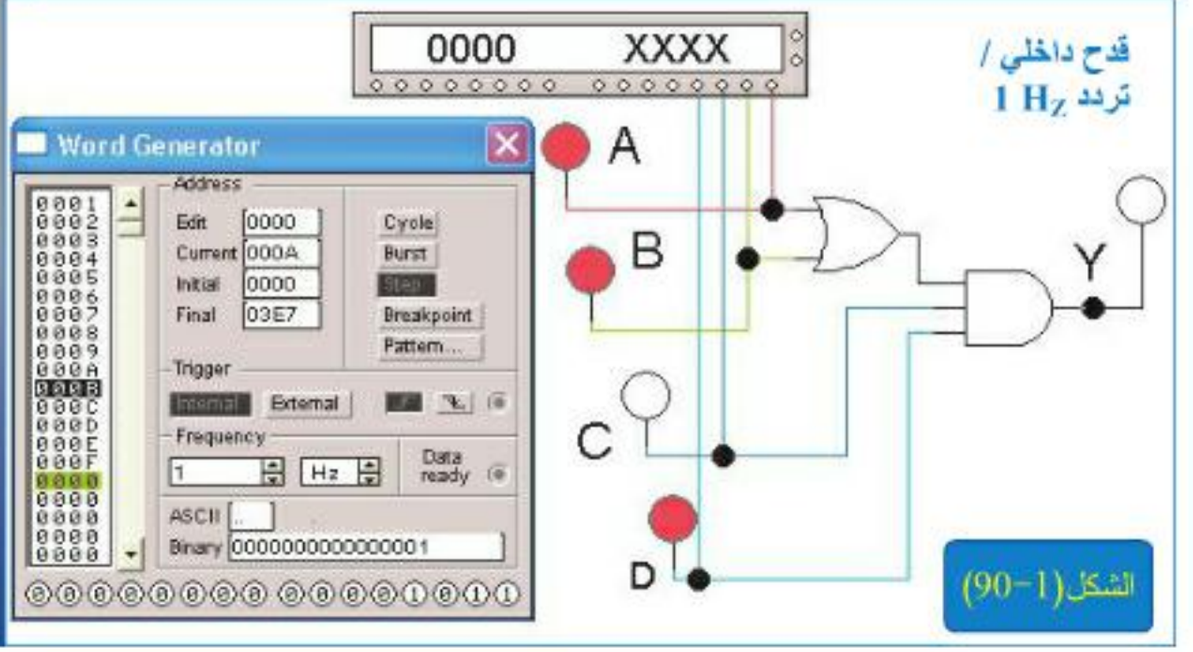
الشكل(1-88)

5. نضيف مجسات منطقية **Probe** إلى مداخل الدارة ومخرجها لبيان الإشارة المنطقية عند التحليل كما هو مبين في الشكل(1-88).
6. نقوم بإضافة قاطع **Switch** ومنبع تغذية مستمر (بطارية) لإعطاء نبضات القدح الخارجية لمولد الكلمات عن طريق وصل وفصل القاطع.
7. نقوم بتشغيل الدارة ثم نضغط على المفتاح **Space** من لوحة المفاتيح ونلاحظ أن المجسات الرقمية تضيء عندما يتواجد عليها (1منطقي) كما يبين الشكل(1-89).
8. يمكننا الاستغناء عن القدح الخارجي (البطارية وكذلك المفتاح) وذلك باختيار القدح الداخلي واختيار الأمر **Step** و النقر على الزر **Step** كل مرة ننتقل إلى الإدخال التالي كما يبين الشكل(1-90).
9. أو باختيار **Burst** (أو **Cycle**) وتخفيض تردد القدح أقل ما يمكن (1Hz) حتى نتمكن من ملاحظة تغييرات الدخل والخرج للدارة كما يبين الشكلان(1-91) و (1-92).

تشغيل دارة التابع المنطقي Y=(A+B).C.D

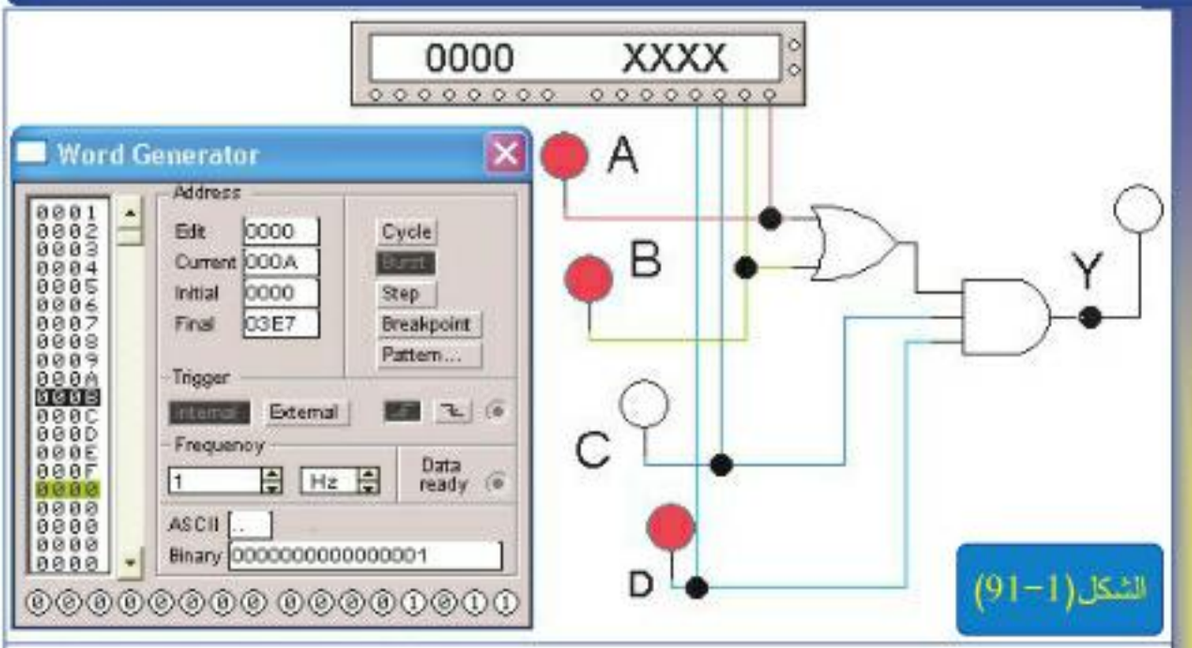


الشكل(1-89)



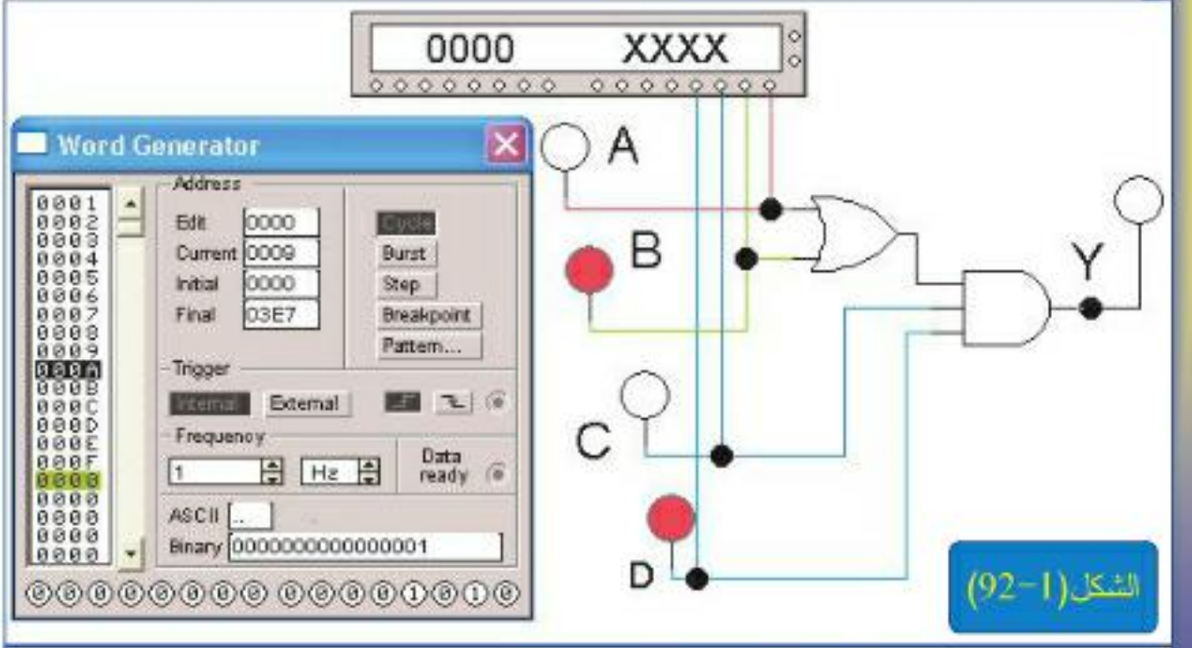
الشكل(1-90)

تشغيل دارة التابع المنطقي Y=(A+B).C.D



الشكل(1-91)

قدح داخلي / إدخال دفعة واحدة / تردد 1 H_z



الشكل(1-92)

قدح داخلي / إدخال متكرر (دورة)/ تردد 1 H_z

نشاط

قم بتشغيل الدارة ثم كتابة جدول الحقيقة للتابع Y=(A+B).C.D.

3-17-1 استخدام الدارات المتكاملة المنطقية

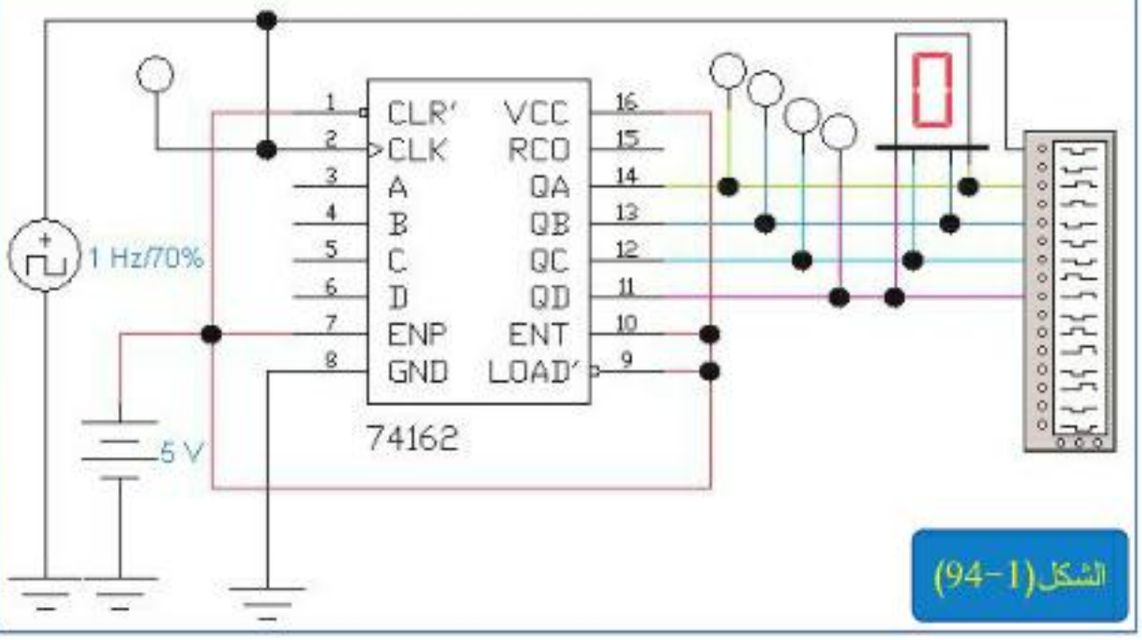
يتوافر في برنامج **EWB** العديد من الدارات الرقمية مـن العـائلتين **TTL** (74xxx) و **CMOS** (4xxx).

نجدها في شريط الأدوات "**Digital ICs**" المبين في الشكل(1-93).

الشكل(1-93)

4-17-1 مثال

يبين الشكل(1-94) دارة عداد عشري ذات الرقم (74162) من العائلة **TTL** موصـولة مع وحدة إظهار رقمية متـضمنة مفكـك ترمـيز (**Decoded Seven-Segment Display**) ومجسات منطقية (**Probes**) ومحلل إشارات منطقية (**Logic Analyzer**) ومولد نبضات ساعة (**Clock**) بمواصفات (1Hz , 5v , 70%) .

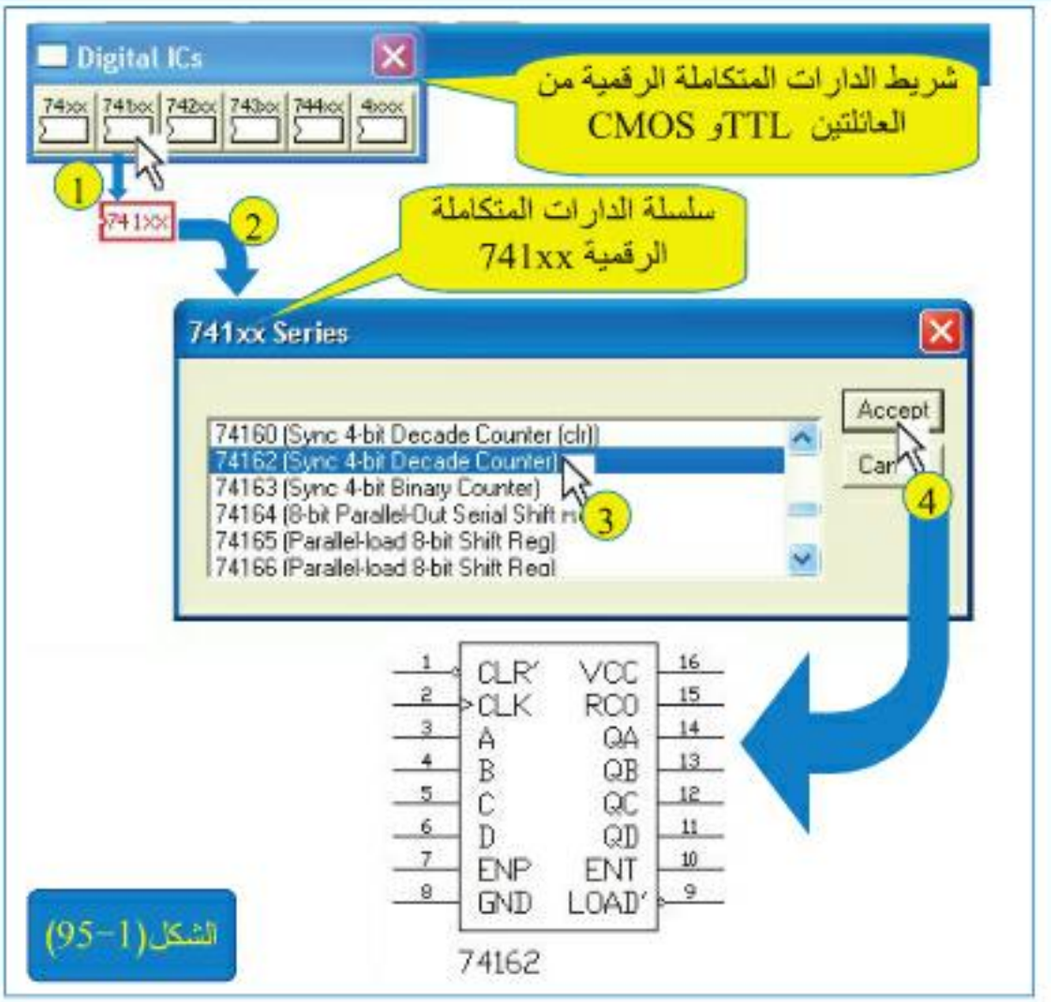


الشكل(1-94)

دارة عداد عشري مع وحدة إظهار رقمية

خطوات توصيل واختبار الدارة

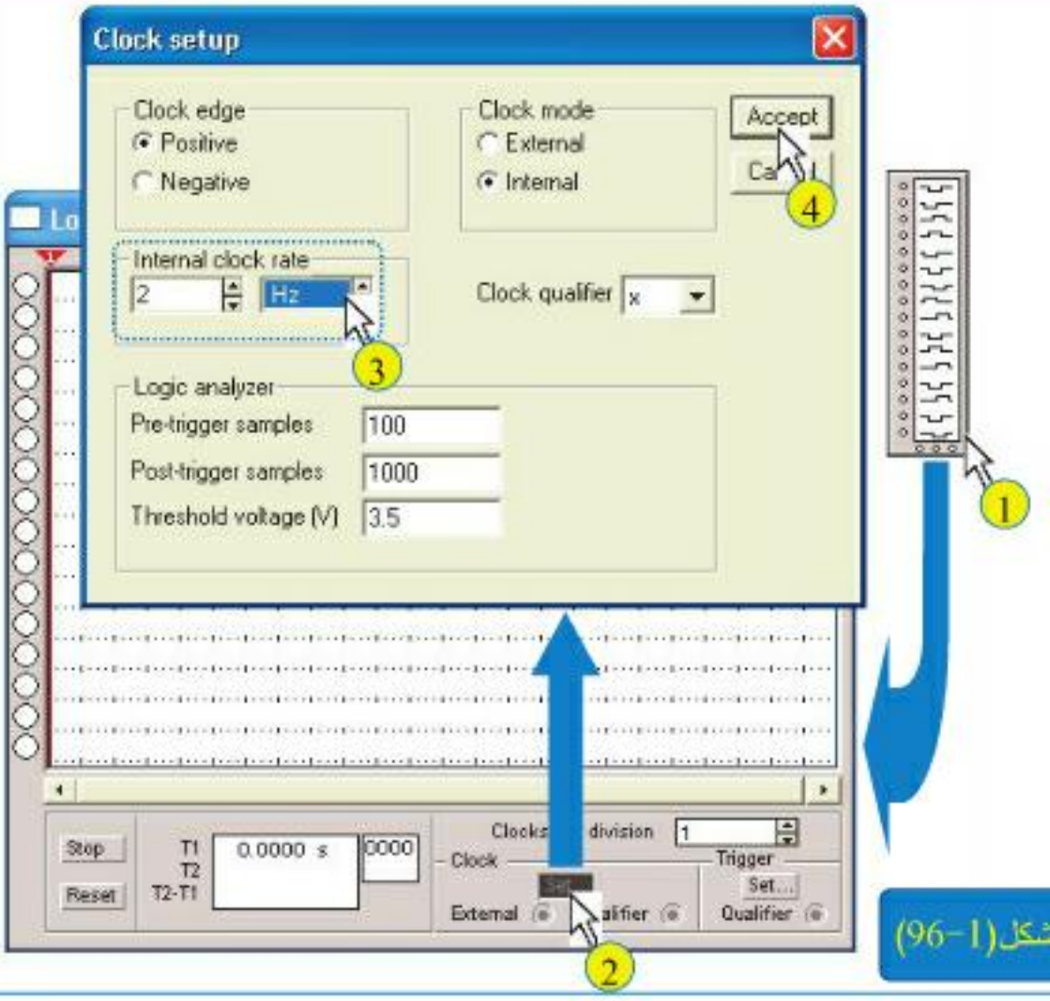
1. إدراج دارة العداد العشري المتكاملة 74162 بسحب الزر من شريط الأدوات **Digital ICs** كما يبين الشكل(1-95).
2. إدراج جهاز تحليل الإشارات الرقمية **Logic Analyzer** من شريط الأدوات **Instruments** وتحديد مواصفاته كما بالشكل(1-96).
3. إدراج بطارية (5v) ومولد تردد ساعة **Clock** من شريط الأدوات **Sources** و تحديد خصائصه كما يلي: F=1Hz, D=70% ,V=5v.



الشكل(1-95)

دارة عداد عشري مع وحدة إظهار رقمية

4. إدراج مجسات منطقية ووحدة إظهار رقمية ذات مفكك ترميز من شريط الأدوات **Indicators**.
5. توصيل الدارة كما بالشكل(1-94) السابق .
6. تشغيل الدارة ومراقبة الإشارات المنطقية على شاشة جهاز التحليل الرقمي كما يبين الشكل(1-97).



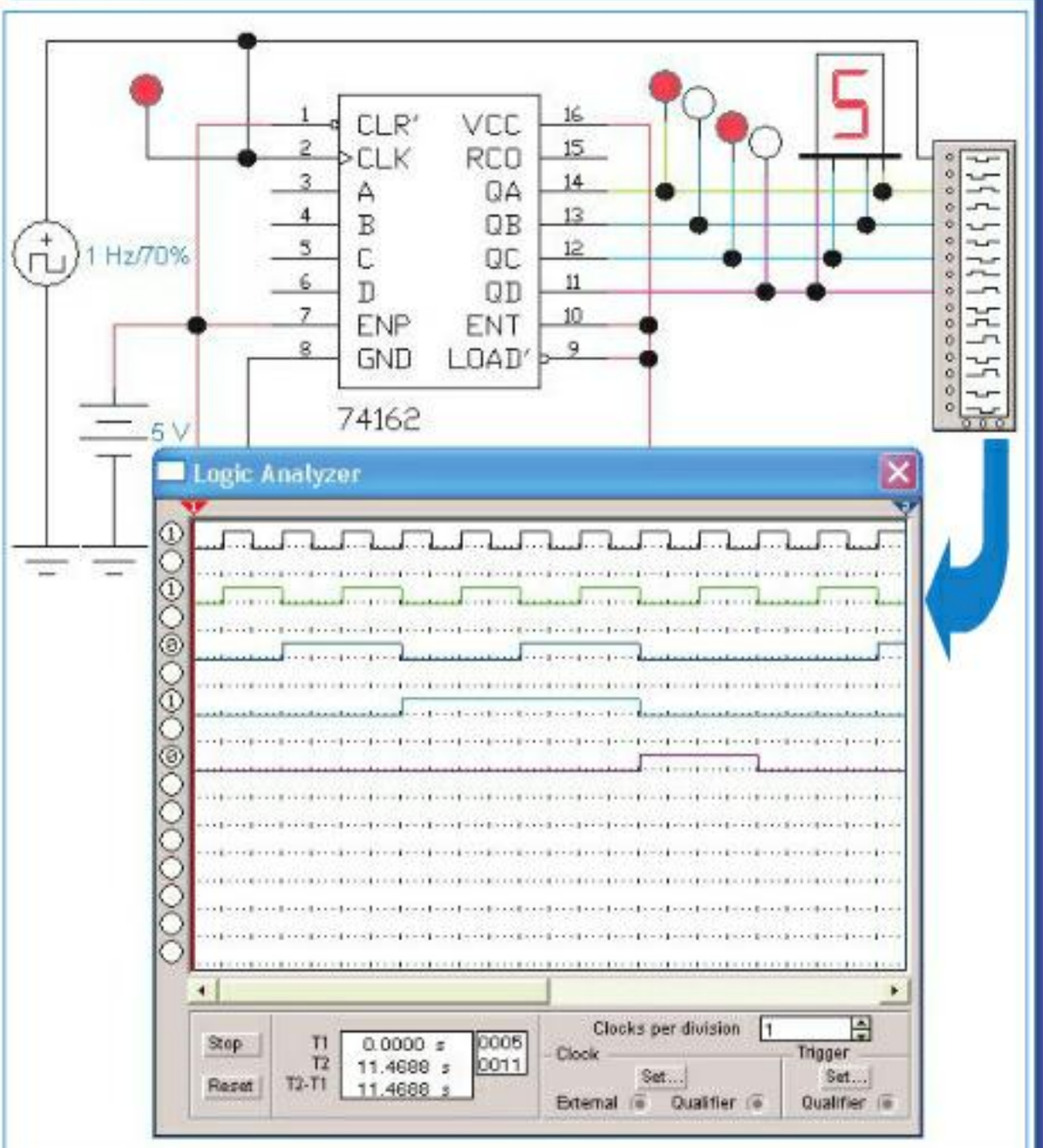
الشكل(1-96)

ملاحظات

أ. يتيح المحلل المنطقي إظهار 16 إشارة منطقية فقط.

ب. تردد الساعة الداخلية يتراوح من 1Hz إلى 10 kHz (يفضل تقليله قدر الإمكان).

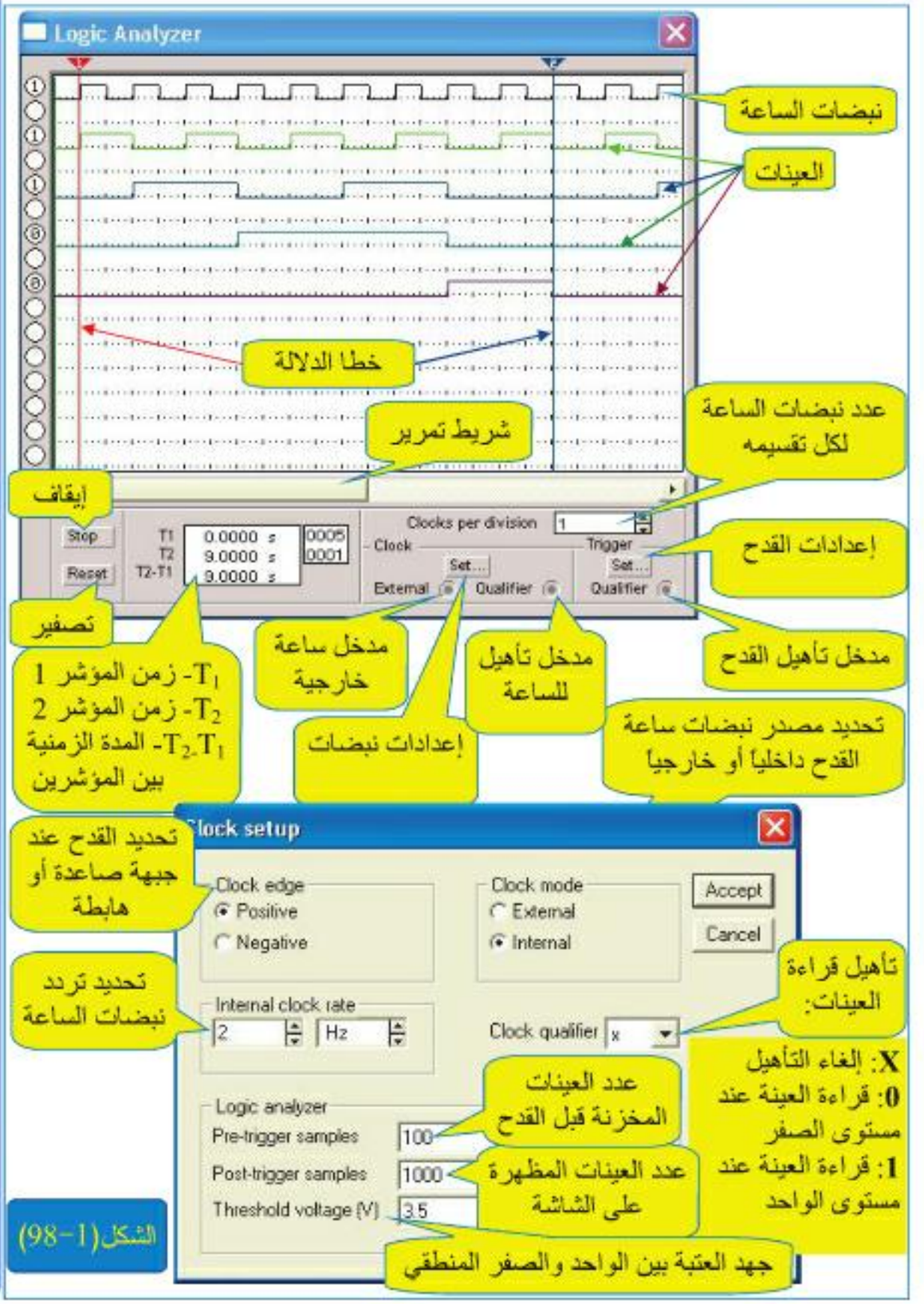
تشغيل ومحاكاة دارة عداد عشري مع وحدة إظهار رقمية



الشكل(1-97)

7. يبين الشكل(1-98) واجهة المحلل الرقمي وإطار الإعدادات، حيث يوضح تفاصيلهما ويبين عمل أجزاء كل منهما.

شرح وتوضيح المحلل الرقمي

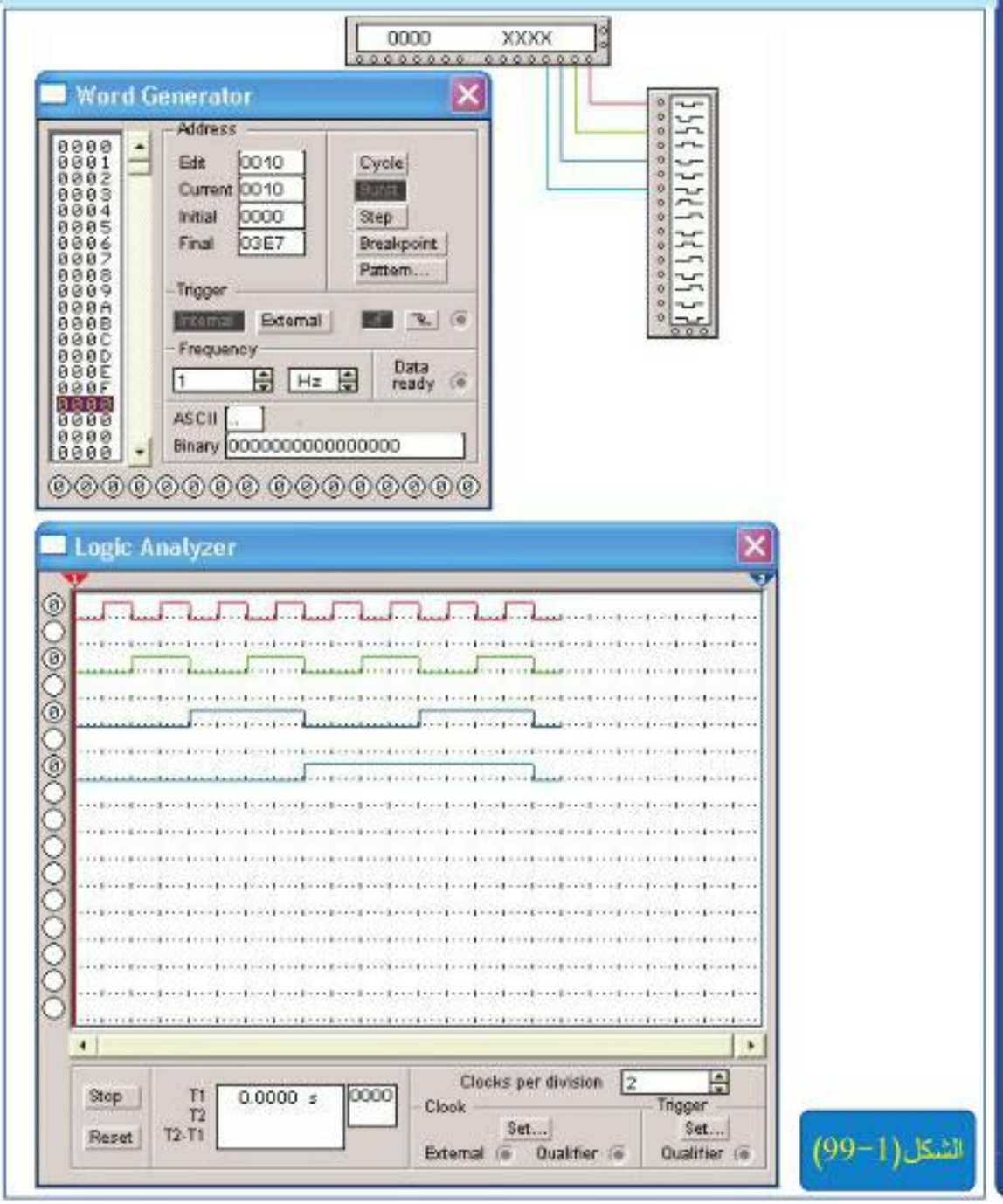


الشكل(1-98)

ربط مولد كلمات مع محلل الإشارات المنطقية

نشاط 1

قم بتنفيذ التمرين المبين في الشكل(1-99) الذي يقوم بإظهار تتابع الكلمات التي يولدها مولد الكلمات كإشارات منطقية على شاشة المحلل المنطقي.

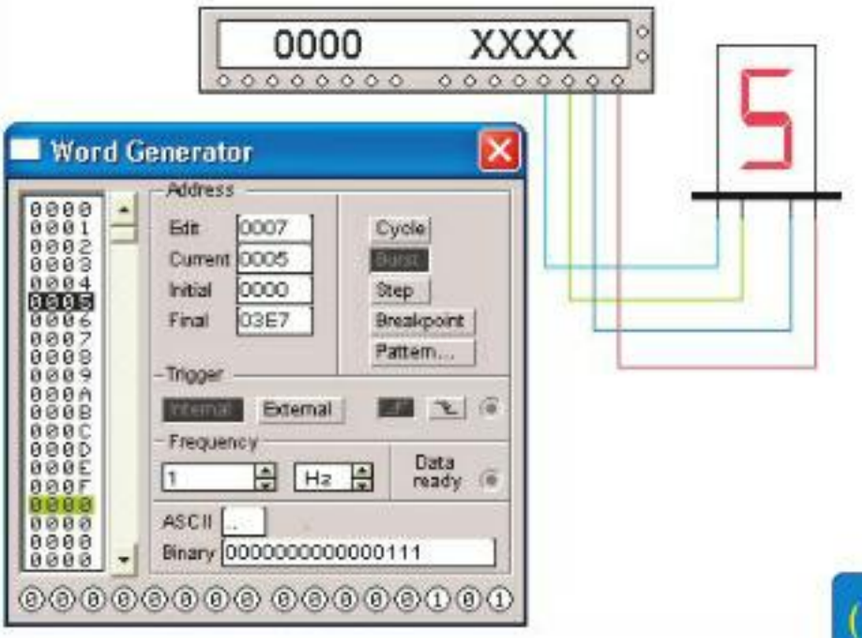


الشكل(1-99)

ربط مولد كلمات مع وحدات إظهار رقمية

نشاط 2

قم بتنفيذ التمرين المبين في الشكل(1-100) الذي يتضمن إظهار تتابع كلمات مولد الكلمات باستخدام وحدة إظهار رقمية متضمنة مفكك ترميز.



الشكل(1-100)

تذكر أن هناك ثلاث طرائق لإخراج البيانات من مولد الكلمات وهي كالآتي:

1. **Cycle**: يتم إخراج جميع الكلمات دون توقف وتكرر هذه العملية تلقائياً بشكل دوري.
2. **Burst**: يتم إخراج جميع الكلمات مرة واحدة فقط.
3. **Step**: يتم إخراج كلمة واحد فقط كلما تم النقر على الزر **Step**.

و المطلوب :

أ. جرّب طرائق الإخراج الثلاث أثناء تشغيل الدارة السابقة.

ب. أضف وحدة إظهار ثانية إلى الدارة السابقة، ثم صلها مع مولد الكلمات، واكتب الكلمات المناسبة لإظهار الأعداد العشرية(من 5 إلى 45).

المحول المنطقي Logic Converter

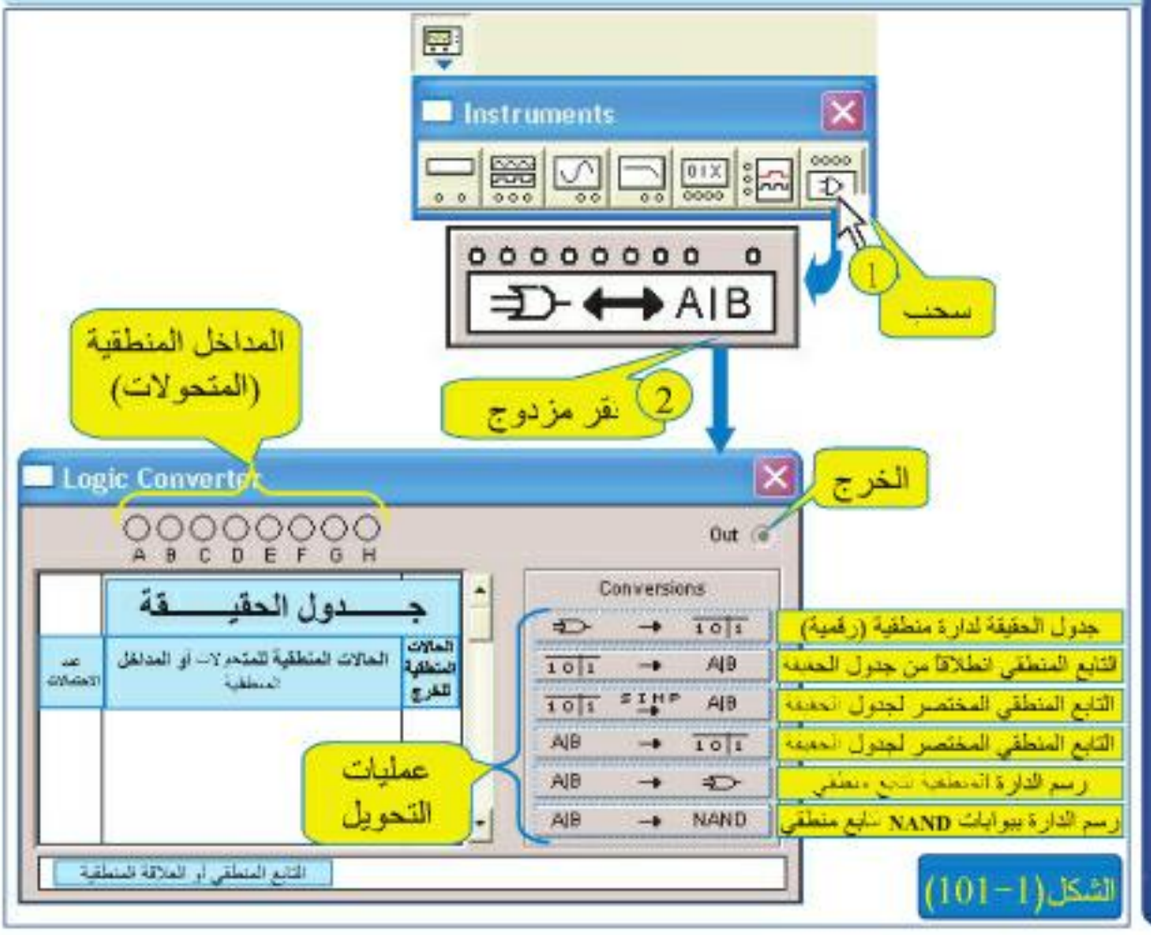
5-17-1

استخدام المحول المنطقي Logic Converter

المحول المنطقي جهاز يمكننا من إجراء عدة تحويلات وتنفيذ عدة وظائف تتعلق بدارة منطقية أو تابع منطقي وهي:

1. إيجاد جدول الحقيقة لدارة منطقية.
2. كتابة التابع المنطقي انطلاقاً من جدول الحقيقة.
3. كتابة التابع المنطقي المبسط انطلاقاً من جدول الحقيقة
4. إيجاد جدول الحقيقة لتابع منطقي.
5. رسم الدارة المنطقية لتابع منطقي.
6. رسم الدارة المنطقية لتابع منطقي باستخدام بوابات NAND.

يبين الشكل(1-101) المحول المنطقي.



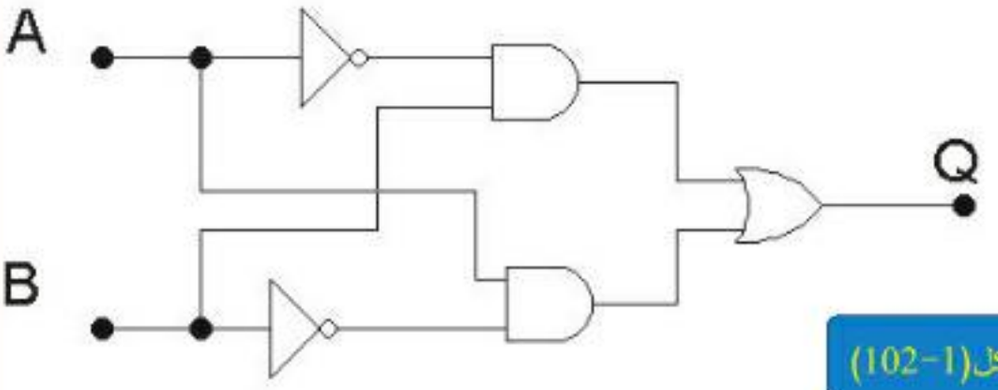
الشكل(1-101)

مثال على استخدام المحول المنطقي

6-17-1

مثال

لدينا الدارة المنطقية المبينة في الشكل(1-102).



الشكل(1-102)

و المطلوب :

باستخدام جهاز المحول المنطقي **Logic Converter** نفذ الخطوات الآتية:

أ. إيجاد جدول الحقيقة لهذه الدارة.

ب. إيجاد التابع المنطقي للدارة.

ت. إعادة رسم الدارة باستخدام بوابات NAND.

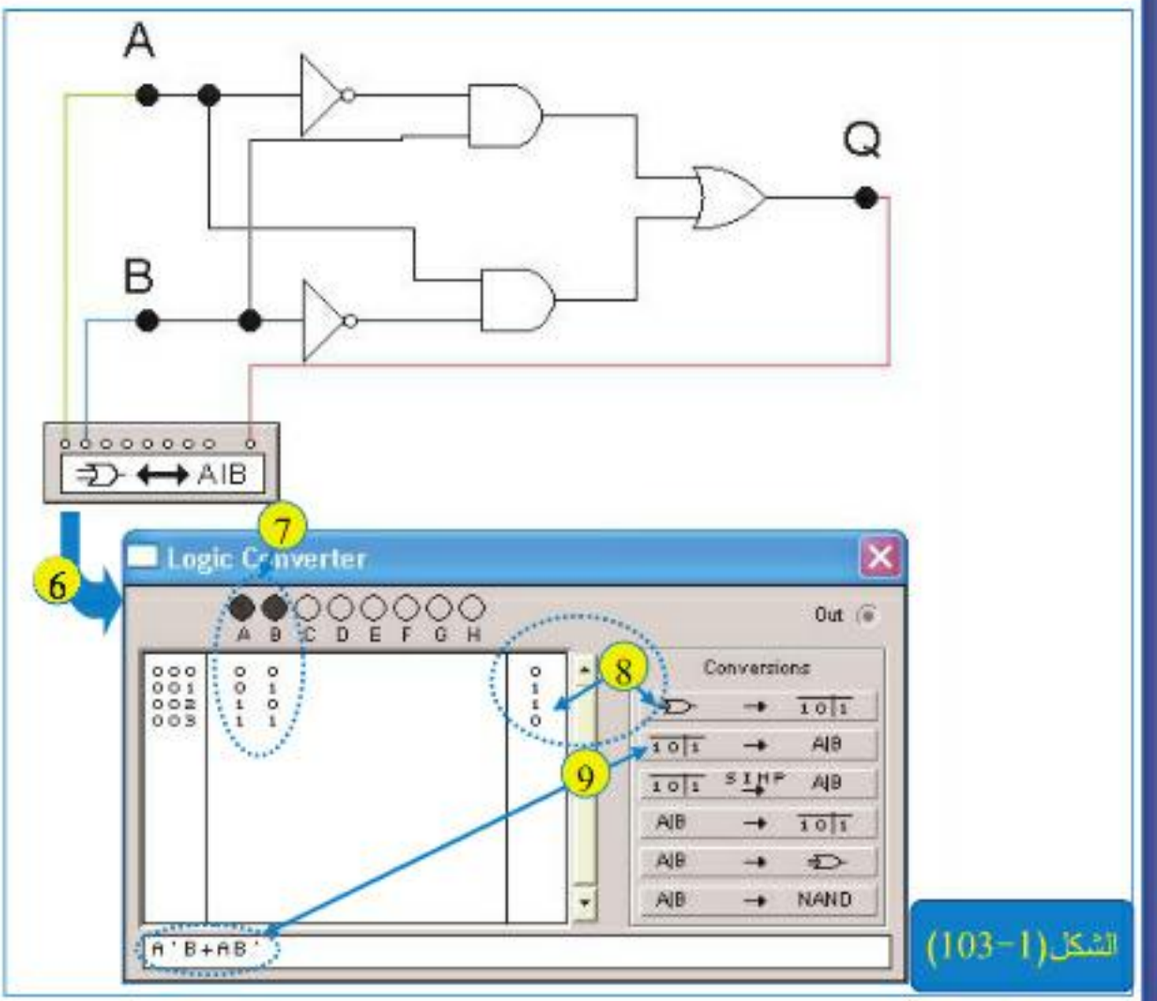
ث. اختصار التابع المنطقي للدارة.

خطوات التوصيل واختبار الدارة

1. جلب عناصر الدارة المطلوبة إلى منضدة العمل.
2. وصل الدارة كما يبين الشكل(1-102).
3. جلب جهاز المحول المنطقي إلى منضدة العمل.
4. وصل المدخلين A و B في الدارة إلى المدخلين A و B في المحول المنطقي على الترتيب كما يبين الشكل(1-103).
5. وصل مخرج الدارة Q إلى المخرج في المحول المنطقي كما يبين الشكل(1-103).

مثال على استخدام المحول المنطقي

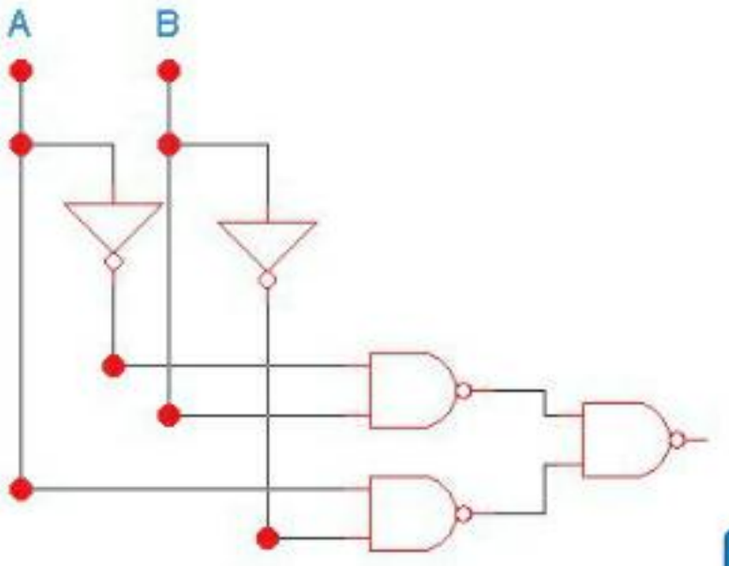
6. النقر المزدوج بزر الفأرة اليساري على المحول المنطقي لفتح الإطار الخاص به.
7. نقر المدخلين A و B في المحول المنطقي بالترتيب للحصول على الاحتمالات المنطقية لهما كما يبين الشكل(1-103).
8. النقر على الوظيفة الأولى للحصول على الحالات المنطقية للخرج (أي الحصول على جدول الحقيقة) كما يبين الشكل(1-103).
9. النقر على الوظيفة الثانية للحصول على التابع المنطقي للدارة كما يبين الشكل(1-103).



الشكل(1-103)

مثال على استخدام المحول المنطقي

10. لبناء الدارة السابقة باستخدام بوابات **NAND** يكفي أن ننقر على الوظيفة السادسة والأخيرة في إطار المحول المنطقي **Logic Converter** فتظهر الدارة كما يبين الشكل(1-104).



الشكل(1-104)

11. لاختصار التابع لمنطقي للدارة ننقر على الوظيفة الثالثة في إطار المحول المنطقي **Logic Converter** فتظهر عبارة التابع المختصرة في مربع النص أسفل إطار المحول المنطقي للدارة المبينة في الشكل(1-103) السابق.

ملاحظة

الشرطة (') التي تظهر فوق المتحول المنطقي في عبارة التابع المنطقي تدل على النفي المنطقي أي عوضاً عن البار (¯) أي :

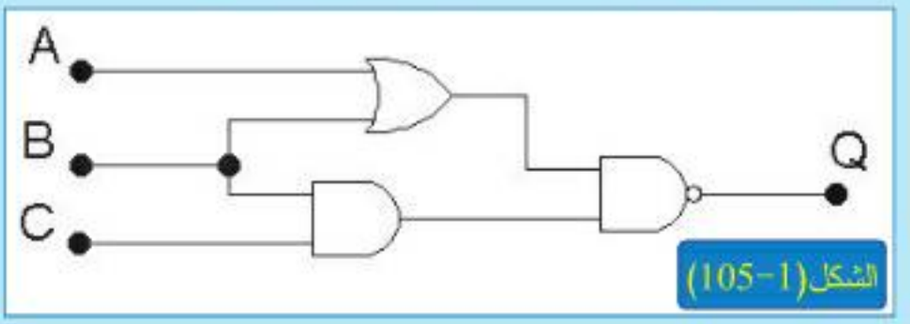
$$Q=A'B+BA'$$

هي العبارة نفسها $Q = \overline{A}B + A\overline{B}$

تدريبات على استخدام المحول المنطقي

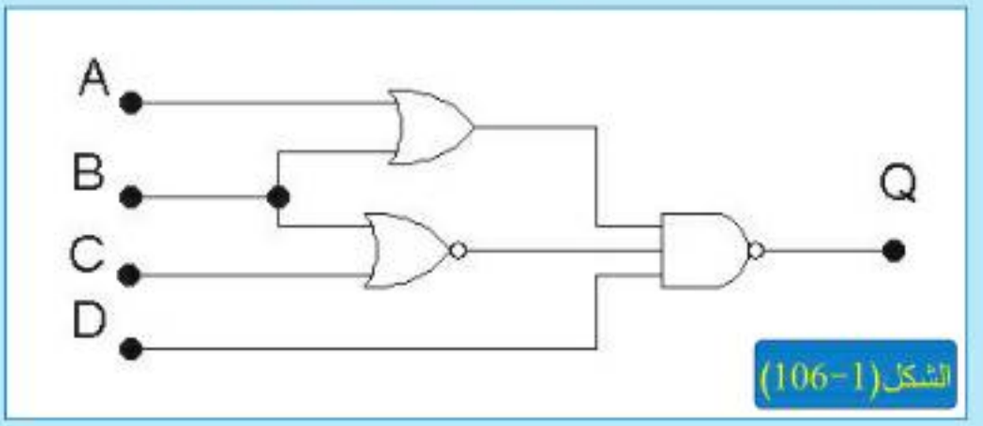
تدريبات

1. أوجد التابع المنطقي للدارة الآتية باستخدام المحول المنطقي.



الشكل(1-105)

2. أوجد دارة NAND المكافئة للدارة الآتية باستخدام المحول المنطقي.



الشكل(1-106)

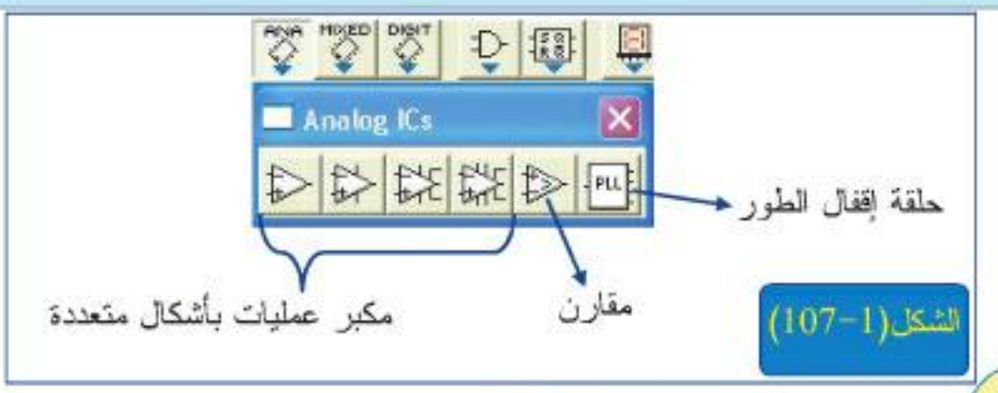
2. أوجد اختصار للتابع :

$$Q=A+AB+BC$$

وذلك باستخدام المحول المنطقي، ثم أنشئ الدارة باستخدام بوابات NAND.

18-1 استخدام الدارات المتكاملة الخطية Analog ICs

يتوافر في برنامج EWB العديد من الدارات المتكاملة الخطية مثل (مكبر العمليات Opamp، موازن Comparator، حلقة إقفال الطور Phase-Locked Loop) والتي نجدها في شريط الأدوات "Analog ICs" المبين في الشكل(1-107).

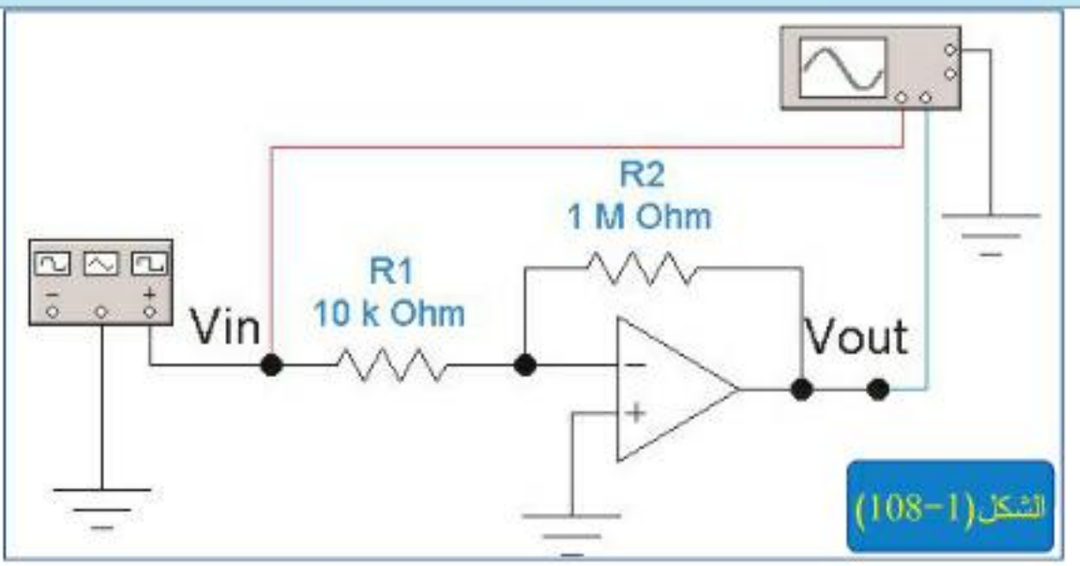


الشكل(1-107)

1-18-1 مثال

يبين الشكل(1-108) دارة مكبر عاكس له (A_v=100) مصمم باستخدام مكبر عمليات مثالي. نُذَكر هنا بأن تكبير الجهد للمكبر العاكس يساوي نسبة المقاومتين R_2 , R_1 أي

$$A_v = \frac{R_2}{R_1}$$

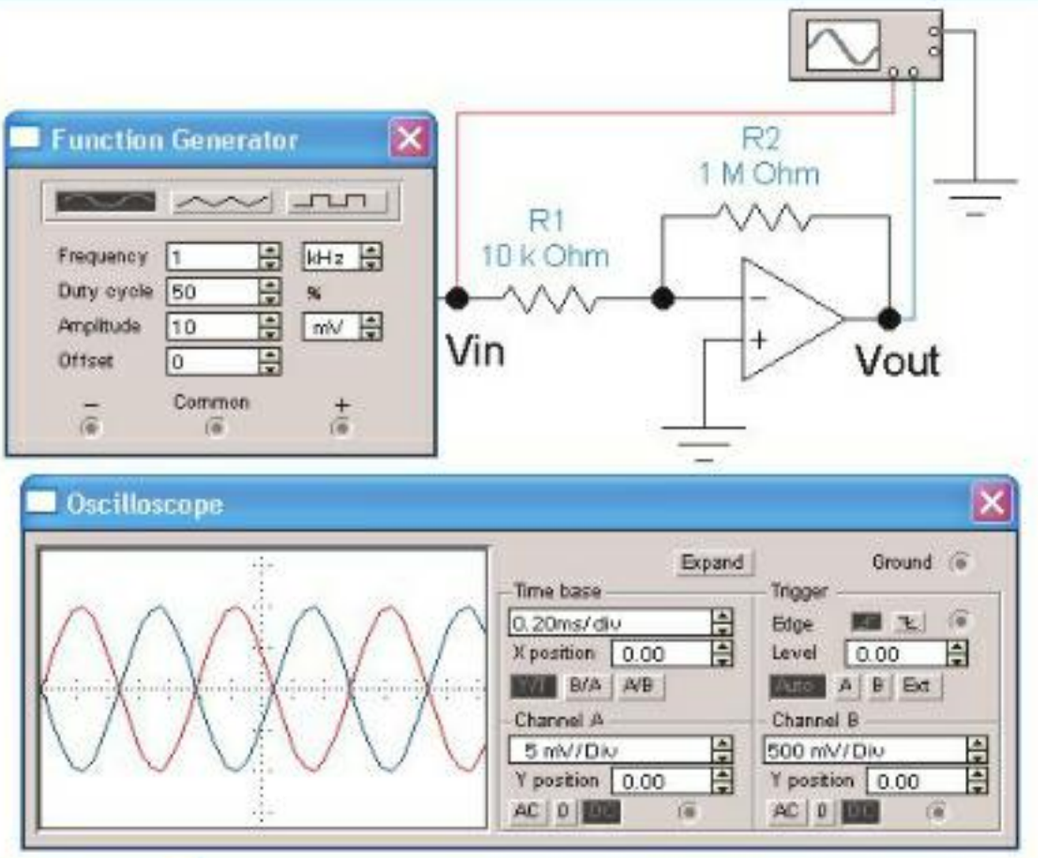


الشكل(1-108)

دارة مكبر عاكس مصمم باستخدام مكبر عمليات مثالي

خطوات التوصيل واختبار الدارة

1. جلب العناصر المطلوبة وهي R_1, R_2, Opamp, GND إلى منضدة العمل.
2. وصل الدارة كما يبين الشكل(1-108).
3. وصل مولد الترددات **Function Generator** كما في الشكل(1-109) وضبطه على ما يلي (إشارة متناوبة جيبية ، V_P=10mv).
4. وصل قناتي راسم الإشارة **Oscilloscope** كما في الشكل(1-109).
5. تشغيل الدارة.
6. ضبط راسم الإشارة لإظهار إشارتي الدخل والخرج بوضوح وفي شاشة واحدة فقط، كما يبين الشكل(1-109).

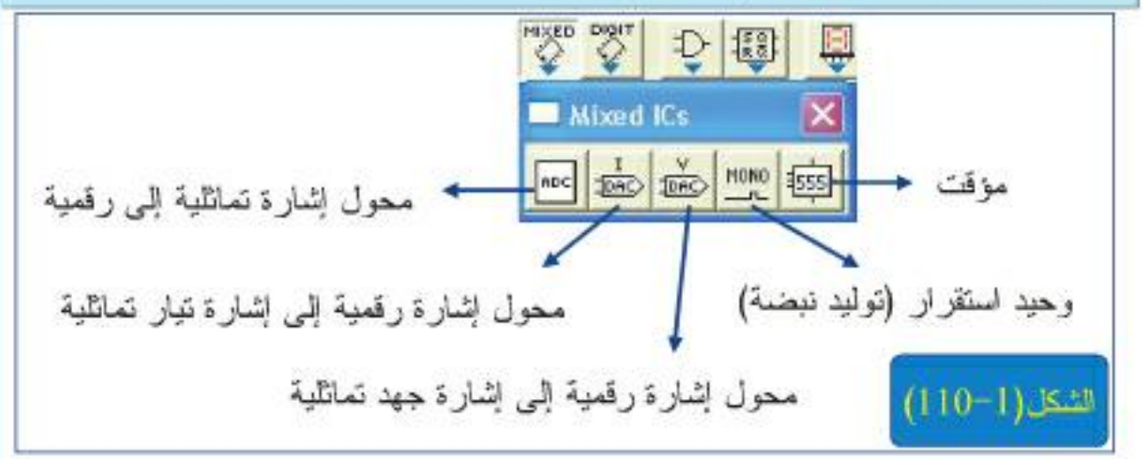


الشكل(1-109)

الدارات الهجينة Mixed ICs

19-1 استخدام الدارات الهجينة Mixed ICs

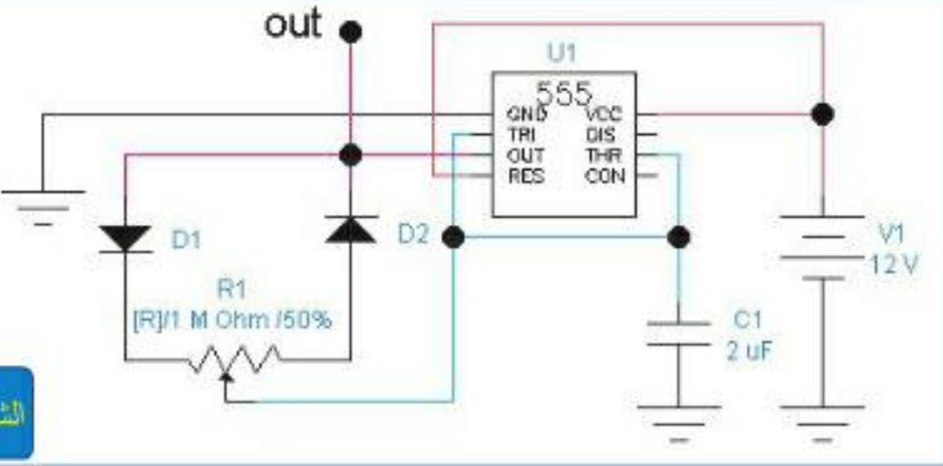
يتوافر في برنامج **EWB** العديد من الدارات المتكاملة الهجينة (المختلطة) أي تلك الدارات التي تتعامل مع إشارات تماثلية وتُنتج إشارات رقمية في خرجها أو العكس، حيث تحتوي بداخلها على دارات رقمية وتماثلية مثل (دارة مؤقت **555** ومحول إشارة تماثلية إلى رقمية **ADC** ومحول إشارة رقمية إلى تماثلية **DAC** .....) والتي نجدها في شـــريط الأدوات **Mixed ICs** كما يبين الشكل(1-110).



الشكل(1-110)

1-19-1 مثال

يبين الشكل(1-111) دارة مولد نبضات مستطيلة باستخدام دارة المؤقت الشهيرة 555 .



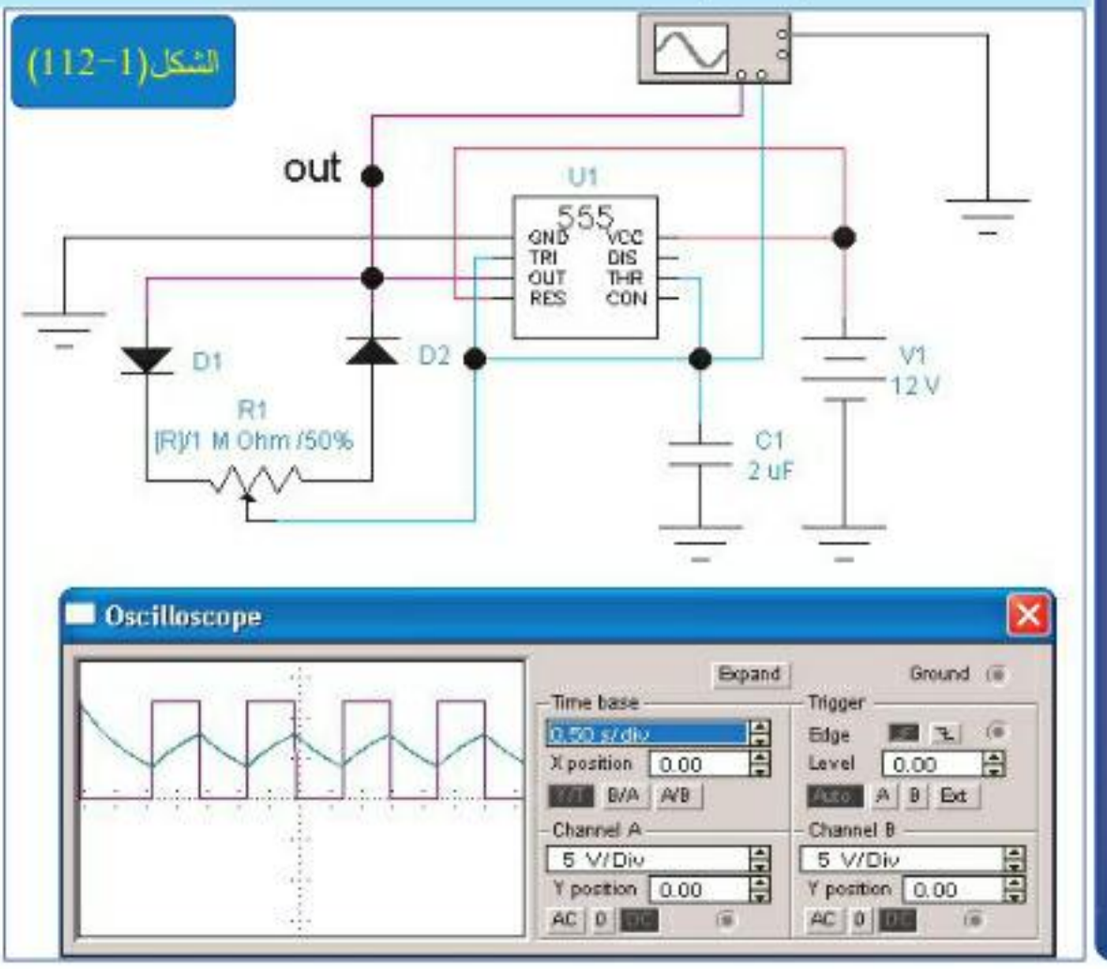
الشكل(1-111)

دارة مولد نبضات مستطيلة باستخدام دارة المؤقت الشهيرة 555

خطوات توصيل واختبار الدارة

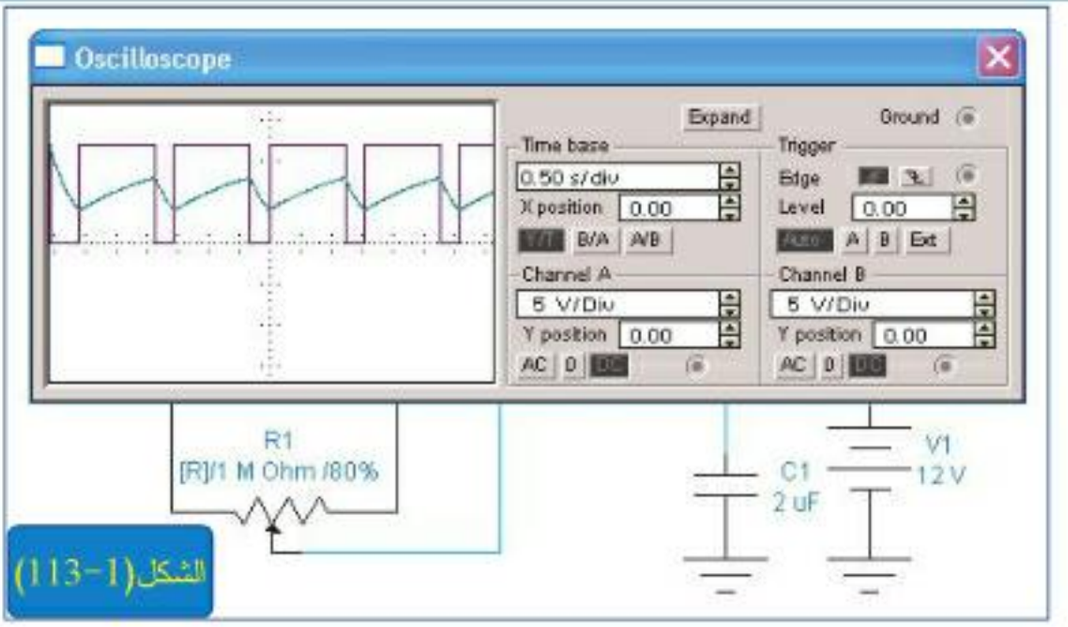
1. جلب العناصر المطلوبة ($U_1, V_1, R_1, C_1, D_2, D1$) إلى منضدة العمل.
2. نحدد القيمة $1M\Omega$ للمقاومة المتغيرة ذات الأطراف الثلاثة (مجزئ الجهد)، ونعين المفتاح R من لوحة المفاتيح للتحكم بقيمتها وتغييرها.
3. وصل الدارة كما في الشكل(1-111).
4. توصيل قناتي راسم الإشارة **Oscilloscope** إلى مخرج الدارة OUT وطرف المكثف C_1 غير المؤرض كما هو مبين في الشكل(1-112).
5. تشغيل الدارة.
6. ضبط راسم الإشارة لتظهر إشارتي الدخل والخرج بوضوح وفي شاشة واحدة فقط كما يبين الشكل(1-112).

الشكل(1-112)

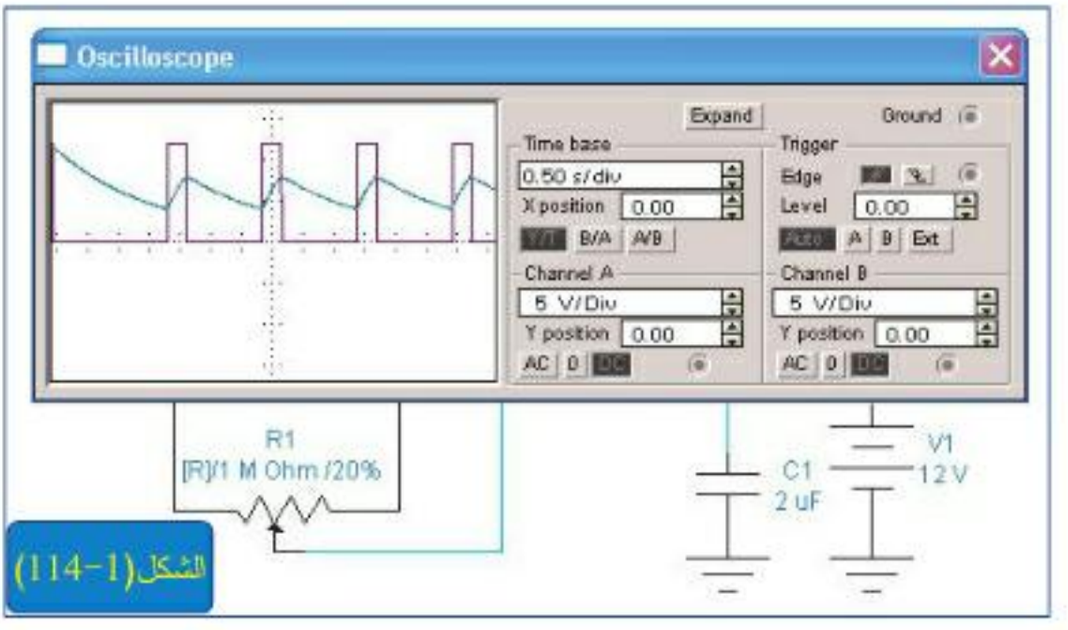


دارة مولد نبضات مستطيلة باستخدام دارة المؤقت الشهيرة 555

7. نزيد نسبة مجزئ الجهد R_1 تدريجياً حتى 80% وذلك بالضغط على المفتاح R من لوحة المفاتيح ، عند هذه النسبة تظهر الإشارة كما يبين الشكل(1-113).
8. ننقص نسبة مجزئ الجهد R_1 تدريجياً حتى 20% وذلك بالضغط على المفتاحين Shift+R معاً من لوحة المفاتيح، عند هذه النسبة تظهر الإشارة كما يبين الشكل(1-114).



الشكل(1-113)



الشكل(1-114)

الدارات الجزئية Subcircuit

20-1 استخدام الدارات الجزئية Subcircuit

تتكون الدارات الإلكترونية عادةً من دارات جزئية ذات مهام محددة. لذلك يُفضل أن نصمم ونختبر كل دارة جزئية على حدة وبعد التأكد من عملها نقوم بتجميعها لتصبح وحدة متكاملة يمكننا استخدامها فيما بعد في أي دارة. وتسهل هذه الطريقة عمل وتحليل الدارات الكبيرة والتي كثيراً ما توجد بها مراحل متعددة. هذه الإمكانية متاحة في برنامج EWB، وسوف يتم التعرف على كيفية إنشاء دارة جزئية واختبارها ثم ربطها مع دارات جزئية أخرى لاستخدامها في دارة إلكترونية معقدة كما في المثال الآتي.

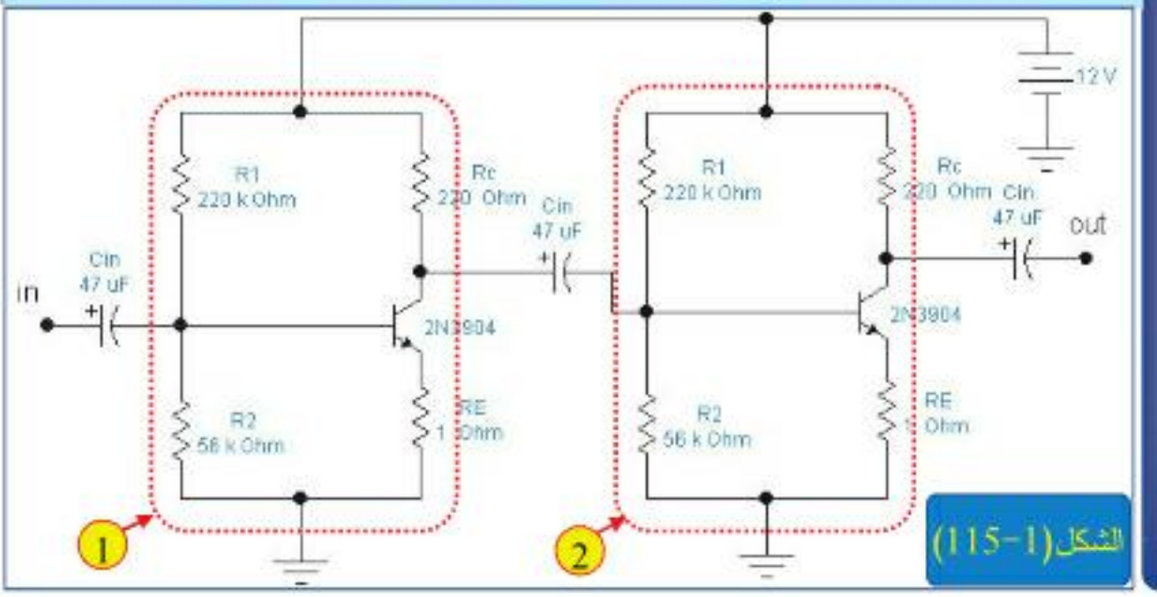
1-20-1 مثال

يبين الشكل(1-115) دارة مكبر مؤلفة من مرحلتي مكبر باعث مشترك، سنقوم لتسهيل رسم واختبار هذه الدارة بإنشاء دارة جزئية تضم مرحلة مكبر الباعث المشترك الأولى .

لإنشاء هذه الدارة الجزئية نتبع الخطوات الآتية:

1. رسم دارة مكبر الباعث المشترك كما يبين الشكل(1-116).

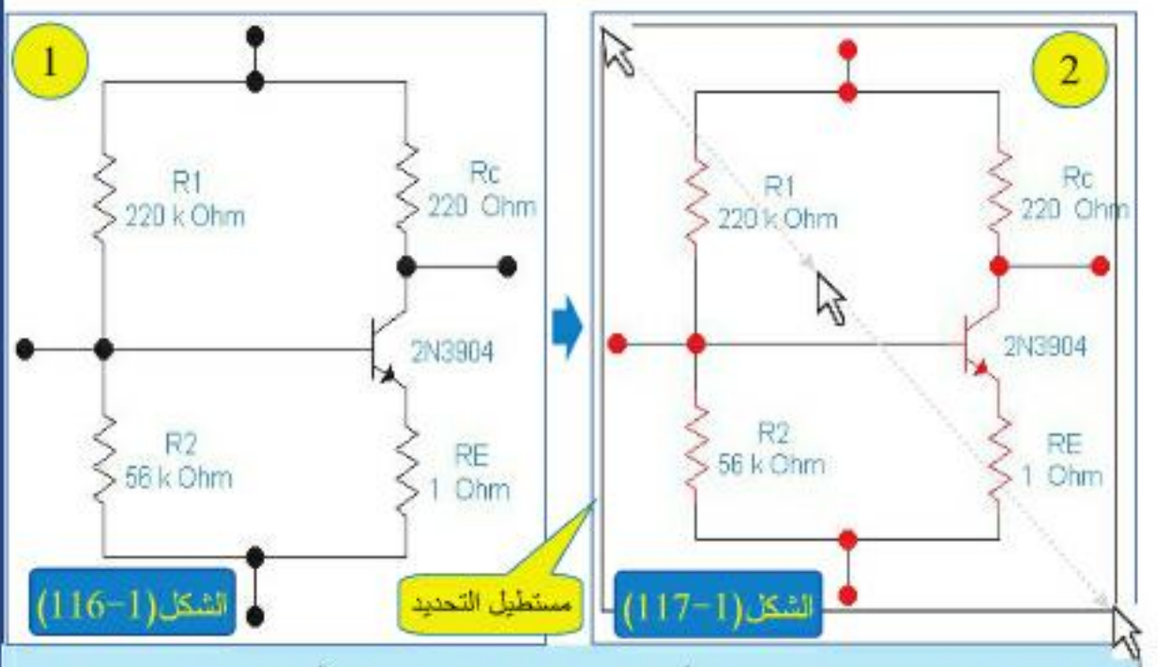
نحدد مكونات هذه الدارة كافة برسم مستطيل تحديد يحيط بعناصر الدارة الجزئية المطلوبة (أي أن يضمها) وذلك بنقر زر الفأرة اليساري والسحب مع استمرار النقر ثم



الشكل(1-115)

إنشاء دارة جزئية تضم مكبر باعث مشترك

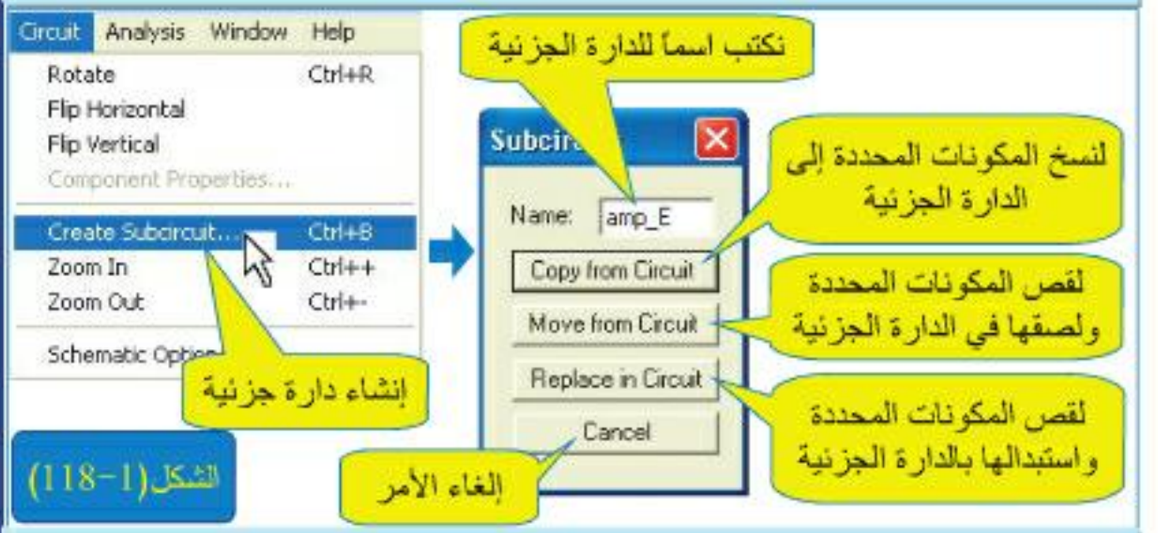
الإفلات، فتتحدد وتتلون جميعها باللون الأحمر كما يبين الشكل(1-117).



الشكل(1-116) الشكل(1-117)

3. من القائمة Circuit نختار الأمر **Create Subcircuit** (أو الضغط على المفتاحين Ctrl+B معاً) فيظهر إطار دارة جزئية **Subcircuit** كما يبين الشكل(1-118).

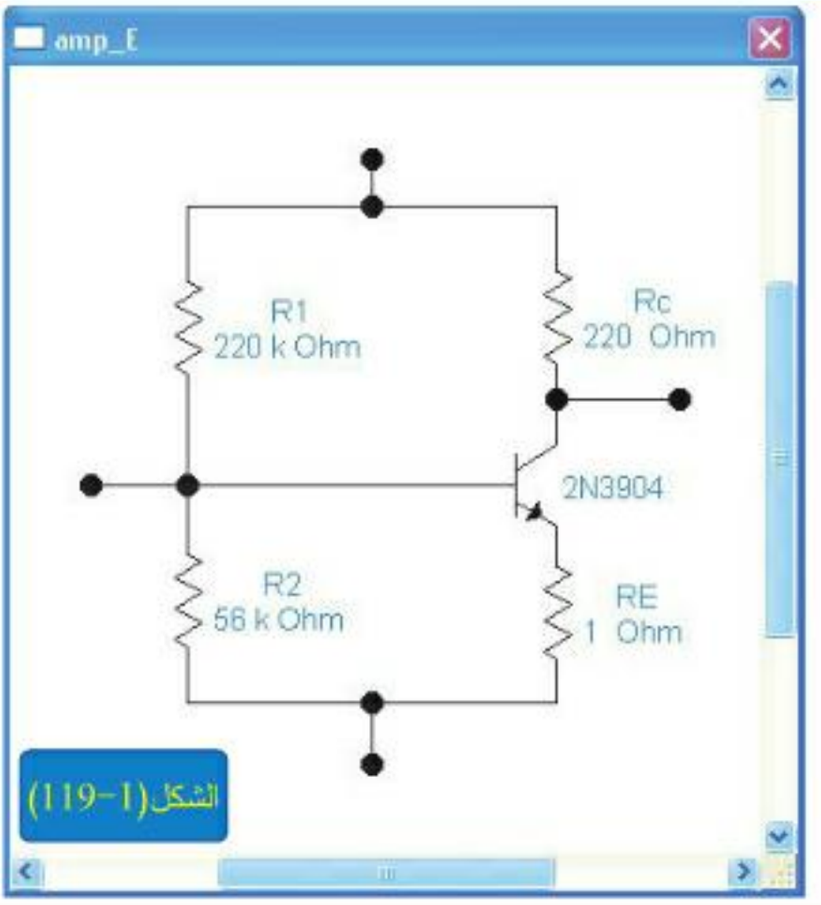
4. نكتب اسماً للدارة الجزئية وليكن amp_E كما يبين الشكل(1-118).



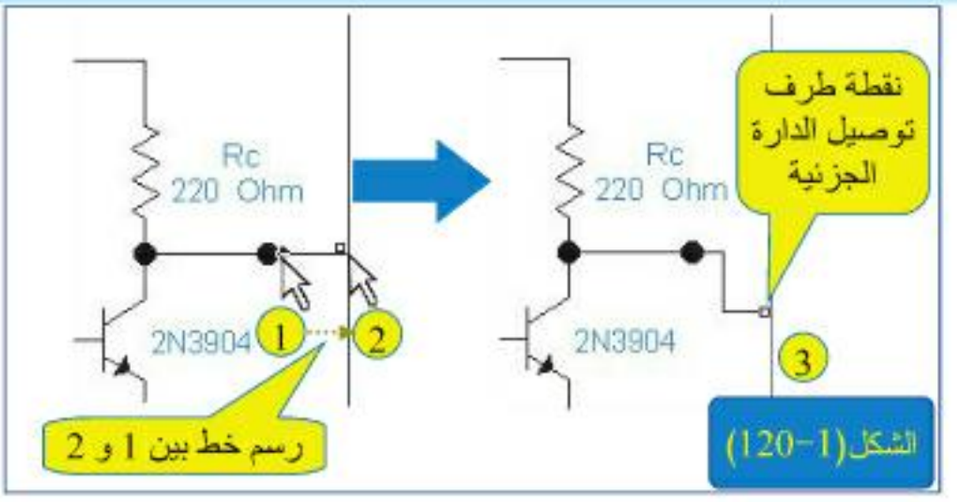
الشكل(1-118)

5. نختار الأمر Replace in circuit فيتم قص العناصر المحددة ولصقها داخل إطار الدارة الجزئية ويظهر إطار الدارة الجزئية كما في الشكل(1-119).

إنشاء دارة جزئية تضم مكبر باعث مشترك

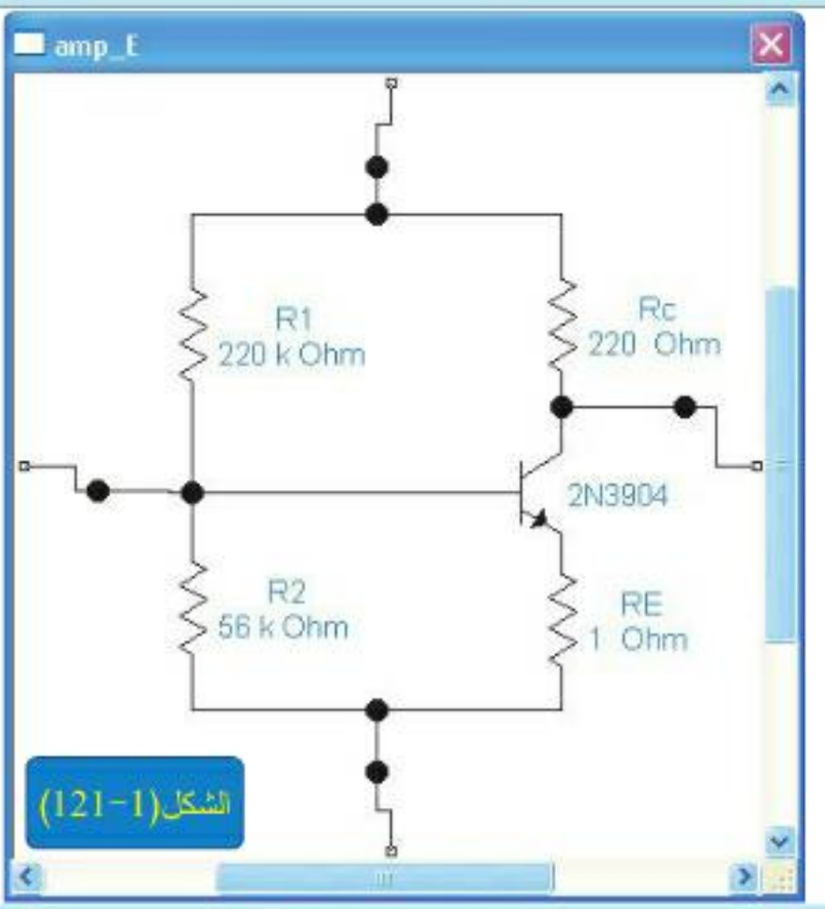


6. إنشاء طرف التوصيل للدارة الجزئية الخاص بمجمع الترانزستور وذلك برسم خط من النقطة المطلوبة إلى محيط إطار الدارة الجزئية عندها يقوم **EWB** آلياً بإنشاء نقطة التوصيل (طرف التوصيل) كما يبين الشكل(1-120).



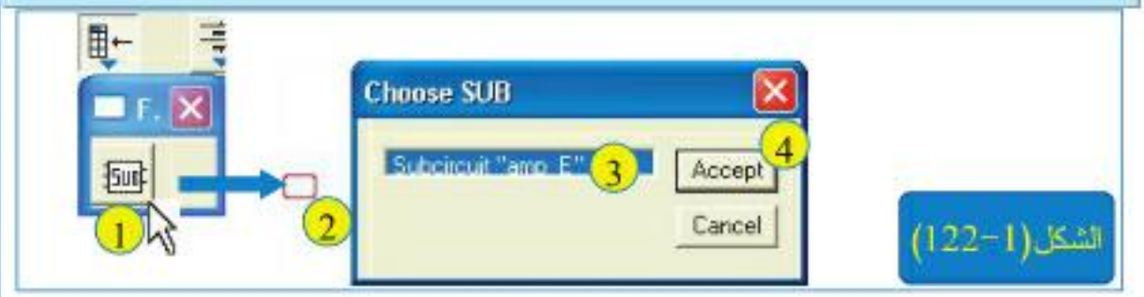
إنشاء دارة جزئية تضم مكبر باعث مشترك

7. إنشاء بقية نقاط أطراف التوصيل للدارة الجزئية كما فعلنا في الخطوة 6 السابقة، يبين الشكل(1-121) الدارة الجزئية مع توصيلات الأطراف.
8. إغلاق إطار الدارة الجزئية amp_E، وذلك بنقر زر إغلاق الإطار .



الشكل(1-121)

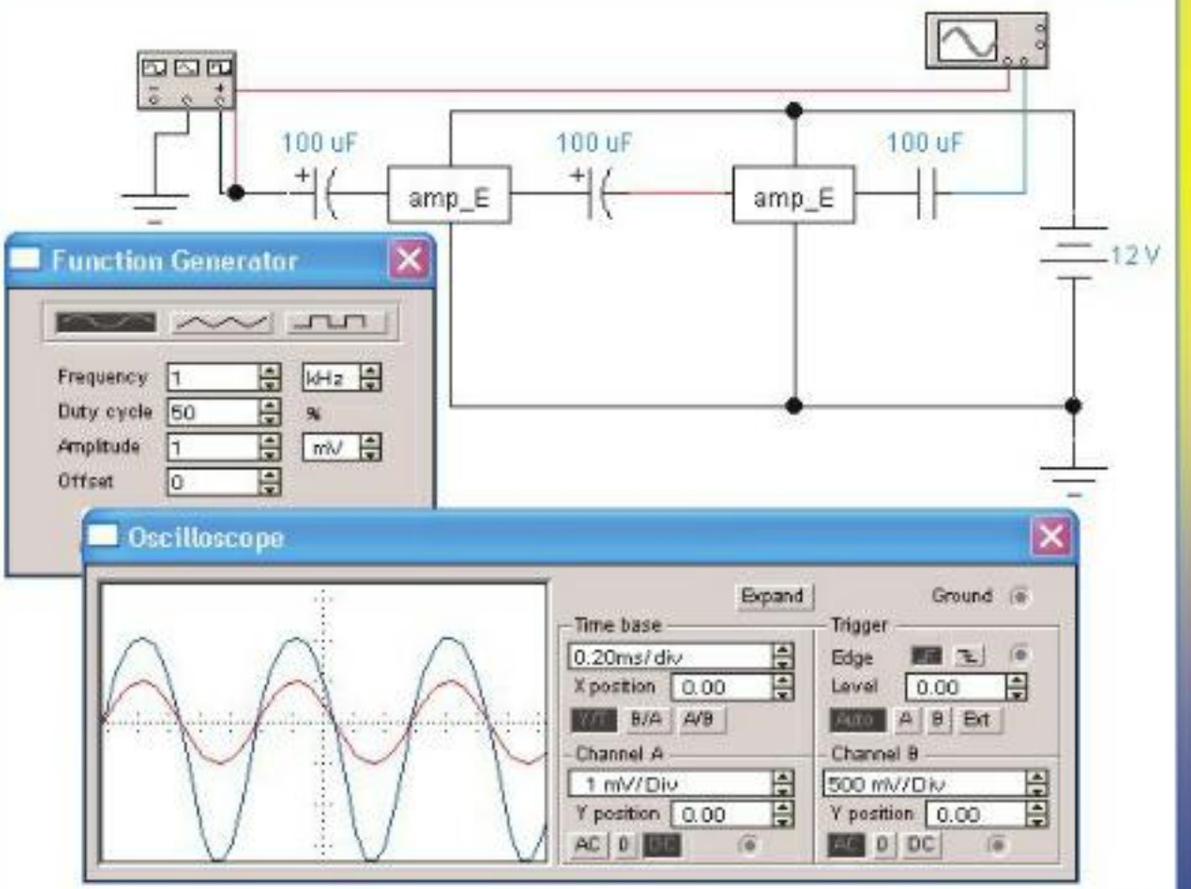
9. إدراج الدارة الجزئية **amp_E** من شريط الأدوات المفضلة **Favorites** وذلك بسحب رمز الدارة الجزئية إلى منضدة العمل ثم اختيار **amp_E** من الإطار "اختيار دارة جزئية" **Choose SUB** كما يبين الشكل(1-122).



الشكل(1-122)

استخدام دارة مكبر باعث مشترك جزئية في دارة مكبر من مرحلتين

10. توصيل الدارتين الجزئيتين مع بعضهما عبر مكثف ربط **100uF** مع بقية العناصر اللازمة (البطارية ومكثفا الدخل والخرج) كما يبين الشكل(1-123).
11. إدراج مولد ترددات وضبطه على القيم:
(إشارة جيبية ترددها 1KHz ومطالها V_p=1mv).
10. إدراج راسم إشارة ووصل قناتيه مع إشارتي الدخل والخرج.
11. تشغيل الدارة.
12. ضبط راسم الإشارة للحصول على شكل جيد لإشارتي الدخل والخرج كما يبين الشكل(1-123).



الشكل(1-123)

أخطاء ومشاكل محتملة Errors

21-1 أخطاء ومشاكل محتملة Errors

عند العمل مع برنامج **EWB** قد تظهر لنا مشاكل محتملة سنبين بعضاً منها فيما يأتي:

1-21-1 مشكلة 1

عدم توفر العنصر المطلوب في مكتبة البرنامج:

يمكننا حل هذه المشكلة بطريقتين:

1. بالاستعاضة عن العنصر المطلوب بمكافئ مناسب له متوفر في مكتبة البرنامج.
2. بتبديل ثوابت وخصائص عنصر شبيه له لتصبح مساوية لثوابت وخصائص العنصر المطلوب.

2-21-1 مشكلة 2

عند تشغيل الدارة تظهر رسالة الخطأ Error Message الآتية:

"No convergence in DC analysis"

or

"Gmin/Source Stepping failed"

تظهر هذه الرسالة بسبب وجود عناصر لاخطية في الدارة .

الحل : يمكننا حل هذه المشكلة باتباع الخطوات الآتية:

1. التأكد من صلاحية المخطط الإلكتروني والكهربائي للدارة باتباع الخطوات الآتية:

   أ. التأكد من عدم وجود نقاط وتفريعات شاردة غير مرتبطة مع الدارة.

   ب. استخدام الرقم 0 وليس الحرف O.

أخطاء ومشاكل محتملة Errors

ت. عدم وجود أجزاء من الدارة معزولة عن الأرضي بمحول أو مكثفات بشكل كامل.

ث. عدم وجود حلقات (دوائر مغلقة) مكونة من منابع تغذية أو مؤشرات.

ج. عدم وجود منابع تيار أو مكثفات على التسلسل.

ح. التأكد من عبارات منابع التغذية المعتمدة على جهود أو تيارات خارجية.

خ. التأكد من أن قيم العناصر صحيحة.

د. التأكد من أن جميع الدارات الجزئية ذات تركيبة سليمة (مخطط إلكتروني صحيح).

2. زيادة قيمة ITL1 إلى القيمة 1000 من التبويب DC من Analysis Options.
3. قسمة قيمة المعامل Rshunt من التبويب عام "Global" Global من إطار خيارات التحليل "Analysis Options" على العدد 100، على سبيل المثال نكتب القيمة $1e^{+10}$ بدلاً من القيمة $1e^{+12}$.
4. ضرب قيمة المعامل GMIN من التبويب عام "Global" من إطار خيارات التحليل "Analysis Options" بالعدد 10 أي بدلاً من القيمة $1e^{-12}$ نكتب القيمة $1e^{-11}$ مثلاً .....
5. إذا كنا نعرف مبدئياً جهد عقدة ما فيمكننا كتابته في "NODESET" من إطار خصائص الوصلة "Connector Properties" بعد تفعيل الخيار "Use initial conditions" كما يبين الشكل(1-124).
6. إضافة مقاومات تسريب للعناصر اللاخطية كالثنائيات وترانزستورات MOSFET وإضافة مقاومات R_C , R_E , R_B لترانزستورات ثنائية الوصلة BJT.

الشكل(1-124)

3-21-1

مشكلة 3

عند تشغيل الدارة تظهر رسالة الخطأ Error Message الآتية:

"Time Step Too Small"

يسبب عدم تخطي تحليل الحالة العابرة للدارة إلى ظهور هذه الرسالة.

يمكننا حل هذه المشكلة باتباع الخطوات الآتية:

1. اتباع الخطوة الأولى(بجزئياتها من أ إلى د) للمشكلة السابقة(2).
2. زيادة قيمة RELTOL (من التبويب DC من الإطار Analysis Options) إلى القيمة 0.01 مثلاً لتسريع عملية المحاكاة لكن ذلك يؤدي إلى تقليل الدقة.
3. زيادة قيمة ITL4 (من التبويب Transient من الإطار Analysis Options) إلى القيمة 50 أو أكثر.
4. إنقاص قيمة المعامل ABSTOL من التبويب "عام" Global من إطار "خيارات التحليل" Analysis Options
5. كرر الخطوات السابقة.
6. إذا لم تُجدِ (تنفع) الخطوات السابقة نغير طريقة المعالجة METHOD (من التبويب Transient من الإطار Analysis Options) إلى GEAR لكن هذا سيتطلب وقتاً أطول لعملية المحاكاة لكن تكون النتائج مستقرة أكثر من طريقة TRAPEZOIDAL
7. إنقاص قيمة المعامل Rshunt من التبويب "عام" Global من إطار "خيارات التحليل" Analysis Options (بشرط التأكد بأنها أكبر من قيمة أكبر مقاومة في الدارة)، على سبيل المثال نغير قيمة المعامل Rshunt إلى القيمة $1e^{+9}$ مثلاً .

التدريبات العملية
لوحدة
رسم وتصميم الدارات الالكترونية
باستخدام الحاسب

بطاقة تمرين عملي

التمرين الأول: دارة تيار مستمر تحوي مقاومة	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

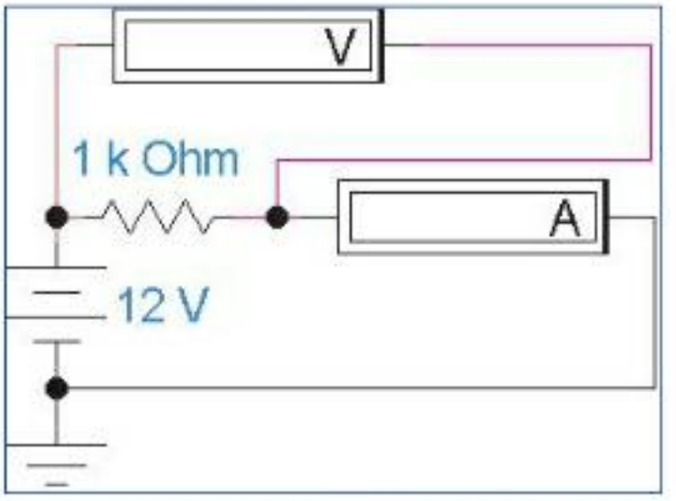
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. اختيار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-125).	 الشكل(1-125)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهد والتيار.	$I\ (mA)$ | $U_R\ (V)$
6	غيّر قيمة المقاومة الداخلية لمقياس الأمبير إلى $R=100\Omega$ ثم أجر قياسات جديدة.	$I\ (mA)$ | $U_R\ (V)$
7	وازن بين نتيجتي القياس ثم علل ذلك.	
8	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

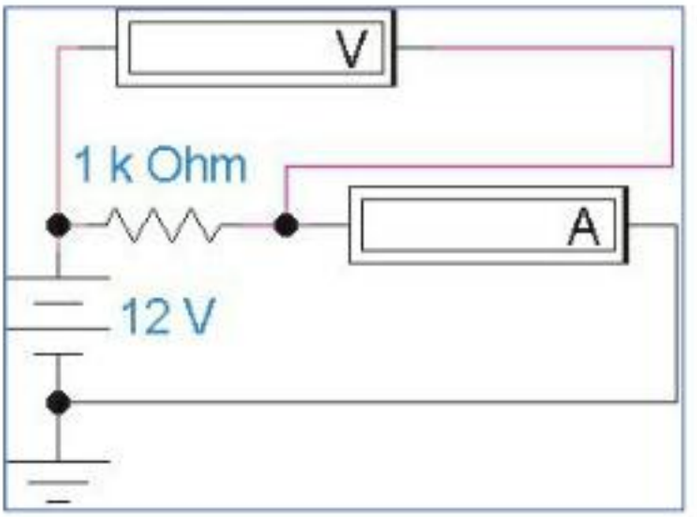
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	تغيير قيمة المقاومة الداخلية لمقياس الأمبير إلى $R=100\Omega$ وإجراء قياسات جديدة وتسجيلها في الجدول.			
7	المقارنة بين نتيجتي القياس مع التعليل.			
8	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة تيار مستمر تحوي مقاومة.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات
- تغيير قيمة المقاومة الداخلية لمقياس الأمبير إلى $R=100\Omega$ ثم إجراء قياسات جديدة.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



الحالة	I (mA)	U_R (V)
1		
2		

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين الثاني: دارة تيار مستمر مكونة من مقاومتين على التسلسل	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

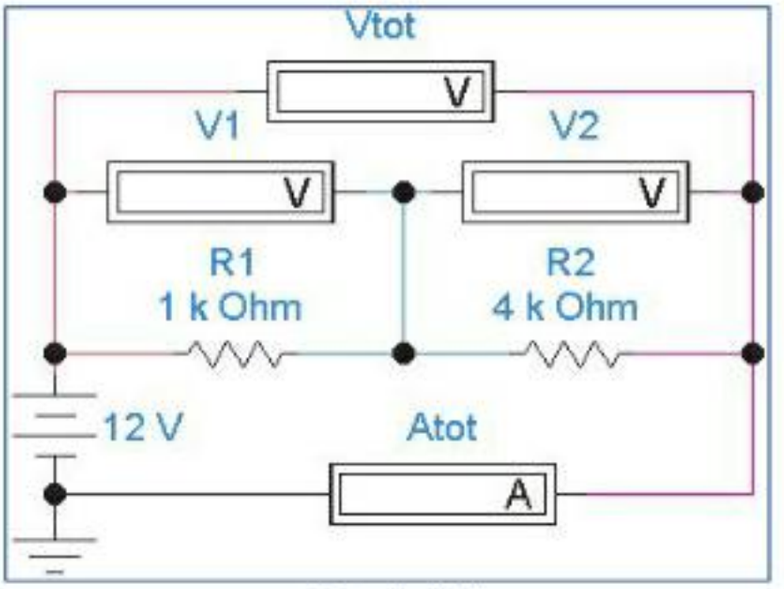
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. اختيار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-126).	 الشكل(1-126)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهد والتيار.	$I_{tot}\ (mA)$ | $V_1\ (V)$ | $V_2\ (V)$ | $V_{tot}\ (V)$
6	تأكد من صحة القانون $V_{tot}=V_1+V_2$	
7	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

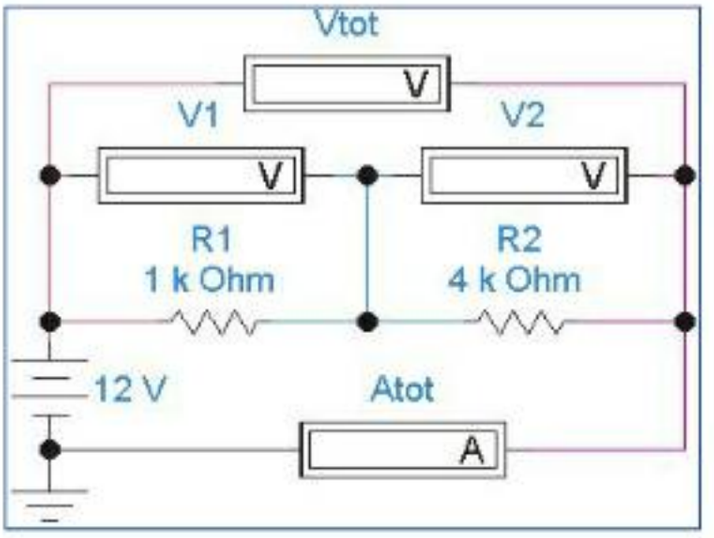
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	تأكد من صحة القانون $V_{tot}=V_1+V_2$			
7	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة تيار مستمر مكونة من مقاومتين على التسلسل.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات
- التأكد من القانون $V_{tot}=V_1+V_2$
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



I_{tot} (mA)	V_1 (V)	V_1 (V)	V_{tot} (V)

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين الثالث: دارة تيار مستمر مكونة من مقاومتين على التوازي	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

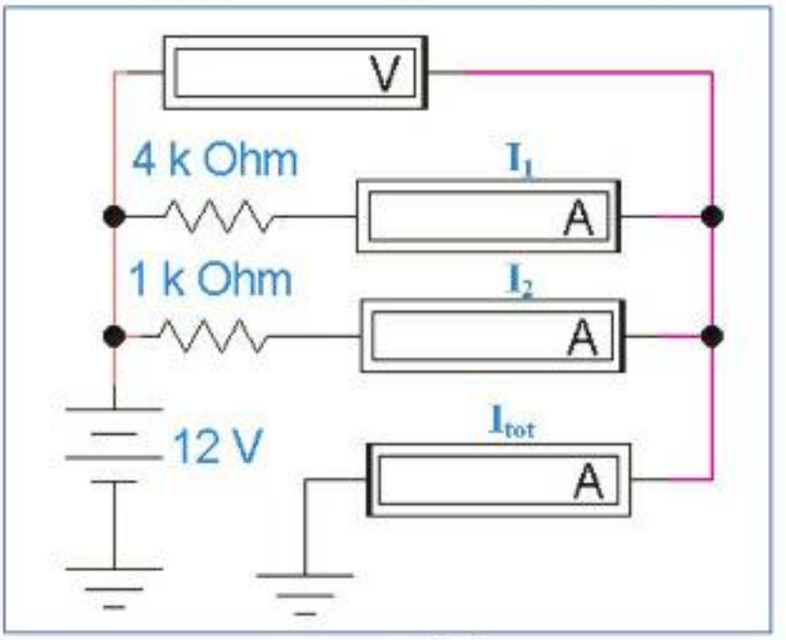
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. اختيار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-127).	 الشكل(1-127)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهد والتيارات.	I_1 (mA) | I_2 (mA) | I_{tot} (mA) | V (V)
6	تأكد من صحة قانون كيرشوف الأول للتيارات $I_{tot}=I_1+I_2$	
7	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	تأكد من صحة القانون $I_{tot}=I_1+I_2$			
7	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

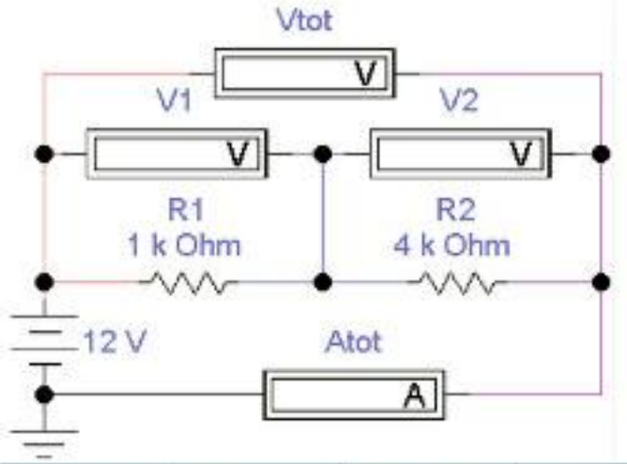
– تنفيذ دارة تيار مستمر مكونة من مقاومتين على التوازي.

– إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات

– التأكد من القانون $I_{tot}=I_1+I_2$

– حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



I_{tot} (mA)	V_1 (V)	V_1 (V)	V_{tot} (V)

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

– التأكد من صلاحية الحاسب.

– رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.

– ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .

– إجراء وأخذ القياسات المطلوبة.

– التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين الرابع: ثلاث مقاومات موصولة بشكل مختلط	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

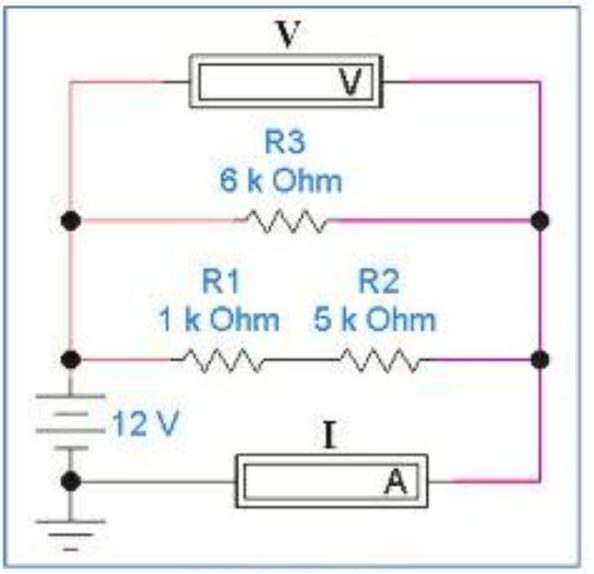
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. اختيار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-128).	 الشكل(1-128)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهد والتيار.	<table><tr><th>I (*mA*)</th><th>V (*V*)</th><th>R_t</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>
6	احسب قيمة المقاومة الكلية R_t باستخدام قانون أوم R=V/I	
7	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

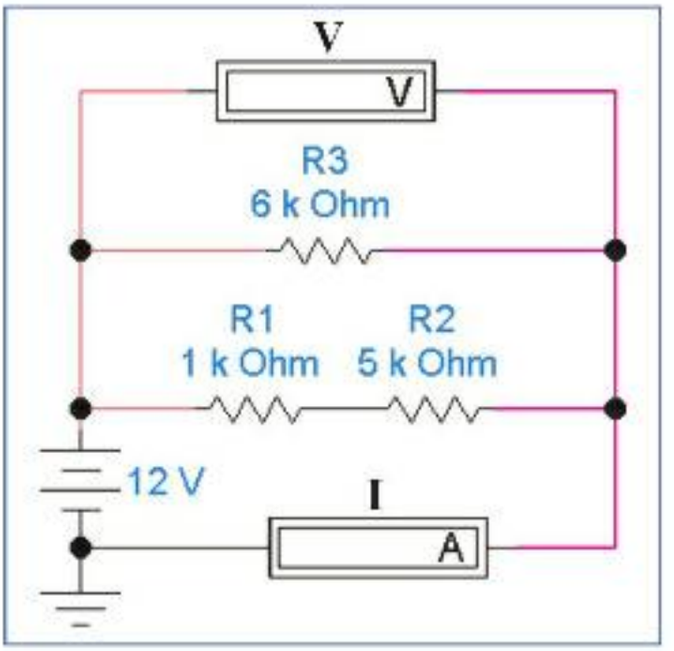
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	حساب قيمة المقاومة الكلية R_t باستخدام قانون أوم $R=V/I$			
7	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ ثلاث مقاومات موصولة بشكل مختلط.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات
- حساب قيمة المقاومة الكلية باستخدام قانون أوم.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



I (*mA*)	V (*V*)	R_t

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين الخامس: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة وملف على التسلسل	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

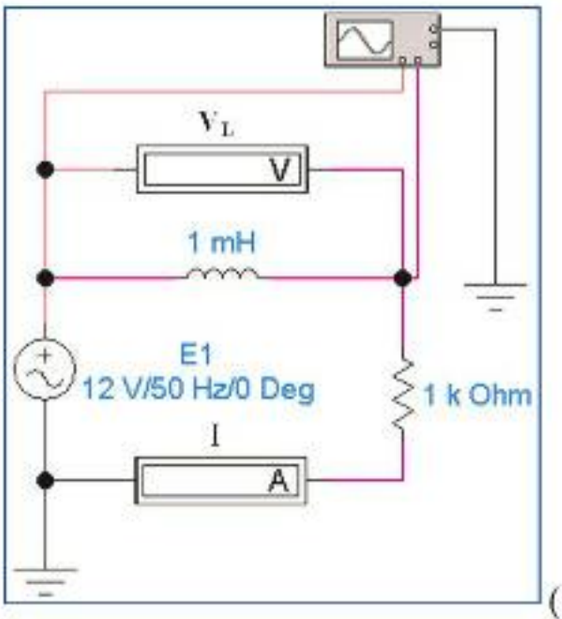
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. اختيار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-129).	 الشكل(1-129)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهد V_L والتيار I واحسب قيمة Z_L	<table><tr><th>I (mA)</th><th>V_L (V)</th><th>Z_L (Ω)</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>
6	ارسم إشارة فرق الكمون على طرفي المقاومة كما تظهر في راسم الإشارة.	
7	أوجد قيمة فرق الصفحة بين التيار وفرق الكمون على طرفي الملف.	
8	غيّر تردد المنبع إلى القيمة 1kHz ثم أعد القياسات والحسابات السابقة.	
9	وازن بين نتيجتي القياس السابقتين وعلل ذلك.	
10	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

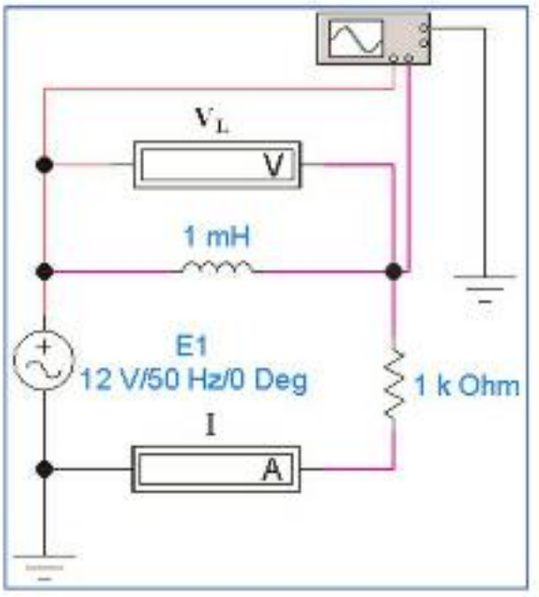
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول وحساب قيمة Z_L.			
6	رسم إشارة فرق الكمون على طرفي المقاومة كما تظهر في راسم الإشارة.			
7	إيجاد قيمة فرق الصفحة بين التيار وفرق الكمون على طرفي الملف.			
8	تغيير تردد المنبع إلى القيمة 1kHz ثم إعادة القياسات والحسابات السابقة.			
9	الموازنة بين النتيجتين السابقتين وتعليل ذلك.			
10	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة تيار متناوب تحوي مقاومة وملفاً على التسلسل.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات.
- إيجاد قيمة فرق الصفحة بين التيار وفرق الكمون على طرفي الملف.
- بيان أثر تغيير قيمة التردد على الممانعة التحريضية لملف في الدارة التسلسلية.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



f	I (mA)	V_L (V)	Z_L (Ω)
50 Hz			
1KHz			

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء القياس وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين السادس: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة ومكثفاً على التسلسل	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

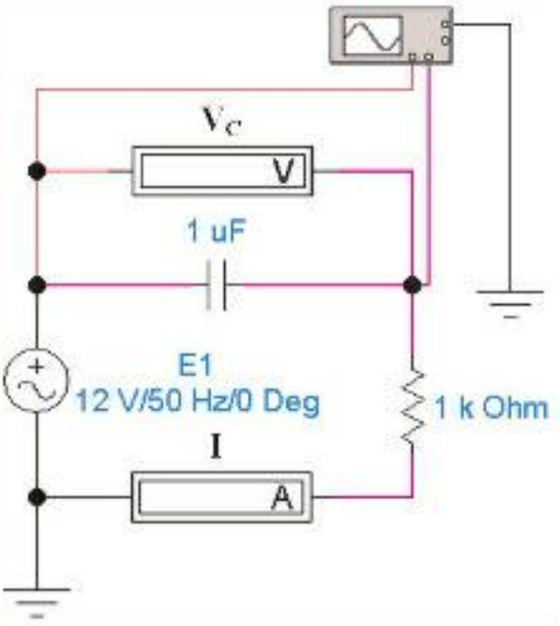
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. اختيار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-130).	 الشكل(1-130)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهد V_C والتيار I واحسب قيمة Z_C	$I\ (mA)$ | $V_C\ (V)$ | $Z_C\ (\Omega)$
6	ارسم إشارة فرق الكمون على طرفي المقاومة كما تظهر في راسم الإشارة.	
7	حدد قيمة فرق الصفحة بين التيار وفرق الكمون على طرفي المكثف.	
8	غير تردد المنبع إلى القيمة 1kHz ثم أعد القياسات والحسابات السابقة.	
9	الموازن بين نتيجتي القياس السابقتين وعلل ذلك.	
10	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

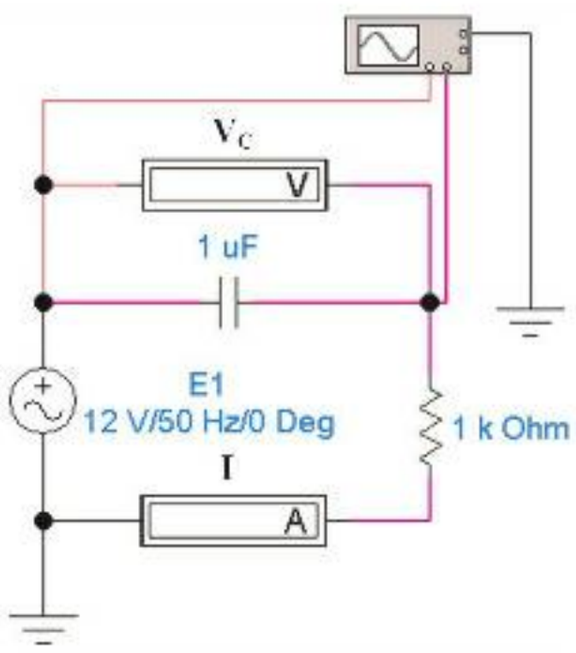
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول وحساب قيمة Z_L.			
6	رسم إشارة فرق الكمون على طرفي المقاومة كما تظهر في راسم الإشارة.			
7	إيجاد قيمة فرق الصفحة بين التيار وفرق الكمون على طرفي المكثف.			
8	تغيير تردد المنبع إلى القيمة 1kHz ثم إعادة القياسات والحسابات السابقة.			
9	الموازنة بين النتيجتين السابقتين وتعليل ذلك.			
10	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة تيار متناوب تحوي مقاومة ومكثفا على التسلسل.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات
- إيجاد قيمة فرق الصفحة بين التيار وفرق الكمون على طرفي المكثف.
- بيان أثر تغيير قيمة التردد على الممانعة التحريضية لمكثف في الدارة التسلسلية.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



f	I (mA)	V_C (V)	Z_C (Ω)
50 Hz			
1KHz			

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين السابع: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة ومكثفاً وملفاً على التسلسل	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

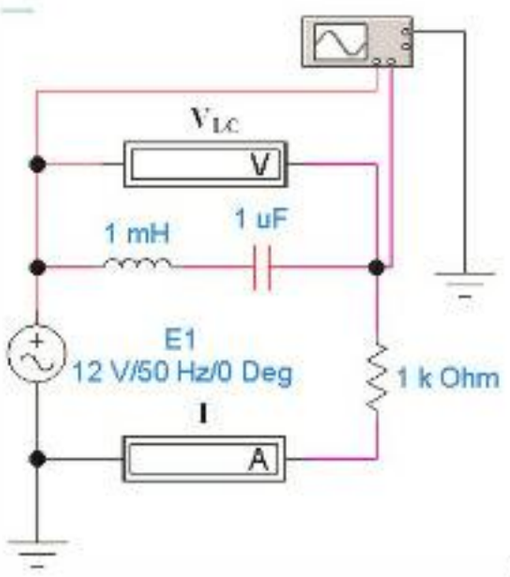
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يختار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-131).	 الشكل(1-131)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهد V_{LC} والتيار I واحسب قيمة الممانعة الكلية للدارة Z.	<table><tr><th>I (mA)</th><th>V_{LC} (V)</th><th>Z (Ω)</th></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>
6	ارسم إشارة فرق الكمون على طرفي المقاومة كما تظهر في راسم الإشارة.	
7	ما قيمة فرق الصفحة بين التيار وفرق الكمون على طرفي الملف والمكثف معاً V_{LC}.	
8	غيّر تردد المنبع إلى القيمة 1kHz ثم أعد القياسات والحسابات السابقة.	
9	وازن بين نتيجتي القياس السابقتين وعلل ذلك.	
10	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

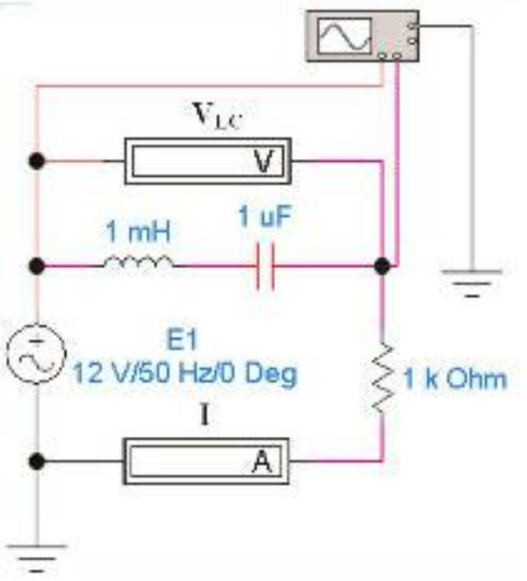
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول وحساب قيمة الممانعة الكلية للدارة Z.			
6	رسم إشارة فرق الكمون على طرفي المقاومة كما تظهر في راسم الإشارة.			
7	إيجاد قيمة فرق الصفحة بين التيار وفرق الكمون على طرفي كل من الملف والمكثف معاً V_{LC}.			
8	تغيير تردد المنبع إلى القيمة 1kHz ثم إعادة القياسات والحسابات السابقة.			
9	الموازنة بين النتيجتين السابقتين وتعليل ذلك.			
10	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة تيار متناوب تحوي مقاومة ومكثفاً وملفاً على التسلسل.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات
- إيجاد قيمة فرق الصفحة بين التيار وفرق الكمون على طرفي كل من الملف والمكثف معاً V_{LC}.
- بيان أثر تغيير قيمة التردد على الممانعة Z.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



f	I (mA)	V_{LC} (V)	Z (Ω)
50 Hz			
1KHz			

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين الثامن: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة ومكثفاً على التفرع	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

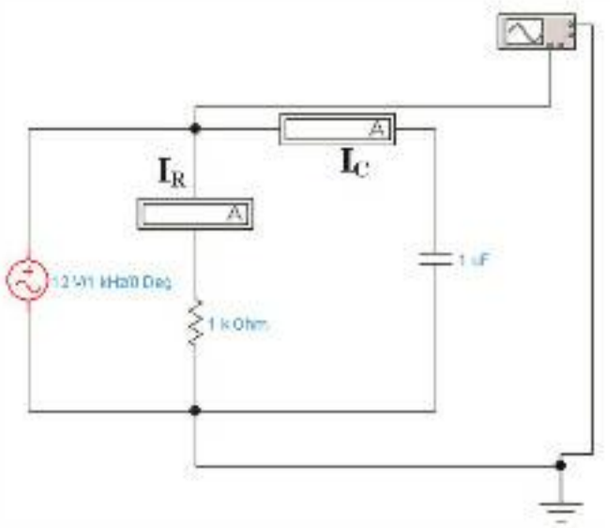
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يختار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-132).	 الشكل(1-132)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم كل من التيار I_R والتيار I_C.	$f(Hz)$ | $I_R\ (mA)$ | $I_C\ (mA)$ 1 kHz | |
6	ارسم إشارة فرق الكمون للمنبع المتناوب كما تظهر في راسم الإشارة.	
7	تحقق من مساواة قيمة التيار الكلي المار في الدارة لمجموع I_R+I_C .	
8	غيّر تردد المنبع إلى القيمة 10kHz ثم أعد القياسات.	
9	وازن بين نتيجتي القياس السابقتين وعلل ذلك.	
10	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

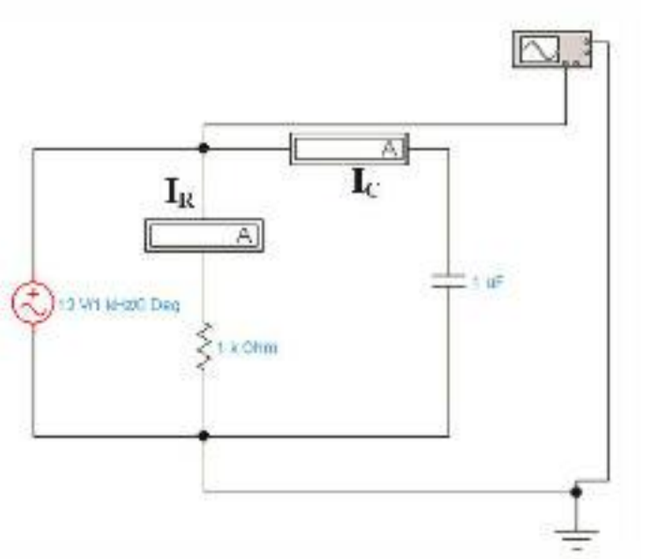
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	رسم فرق الكمون للمنبع المتناوب كما تظهر في راسم الإشارة.			
7	مناقشة مساواة قيمة التيار الكلي المار في الدارة المجموع $I_{R+}I_C$.			
8	تغيير تردد المنبع إلى القيمة 10kHz ثم إعادة القياسات والحسابات السابقة.			
9	الموازنة بين النتيجتين السابقتين وتعليل ذلك.			
10	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة تيار متناوب تحوي مقاومة ومكثفاً على التفرع.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات.
- بيان أثر تغيير قيمة التردد على الممانعة Z_C في الدارة التفرعية.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



f	I_R (mA)	I_C (mA)
1KHz		
10KHz		

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين التاسع: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة وملفاً على التفرع	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

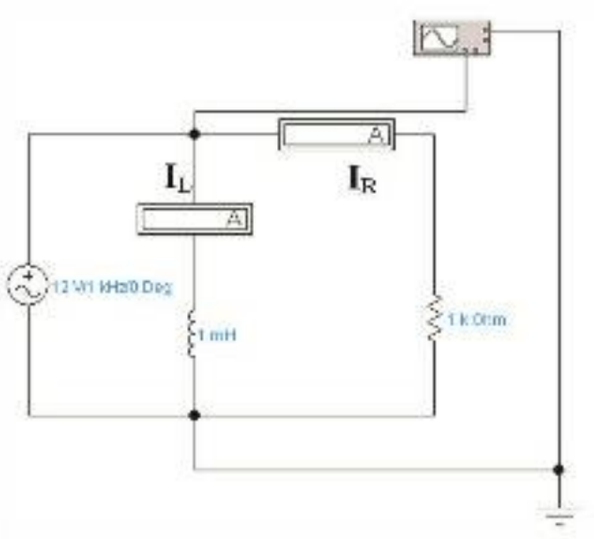
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يختار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-133).	 الشكل(1-133)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم كل من التيار I_R والتيار I_L .	$f(Hz)$ | I_R (mA) | I_L (mA) 1 kHz | |	
6	ارسم إشارة فرق الكمون للمنبع المتناوب كما تظهر في راسم الإشارة.	
7	تحقق من مساواة قيمة التيار الكلي المار في الدارة لمجموع I_R+I_L .	
8	غيّر تردد المنبع إلى القيمة 10kHz ثم أعد القياسات.	
9	وازن بين نتيجتي القياس السابقتين، وعلل ذلك.	
10	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

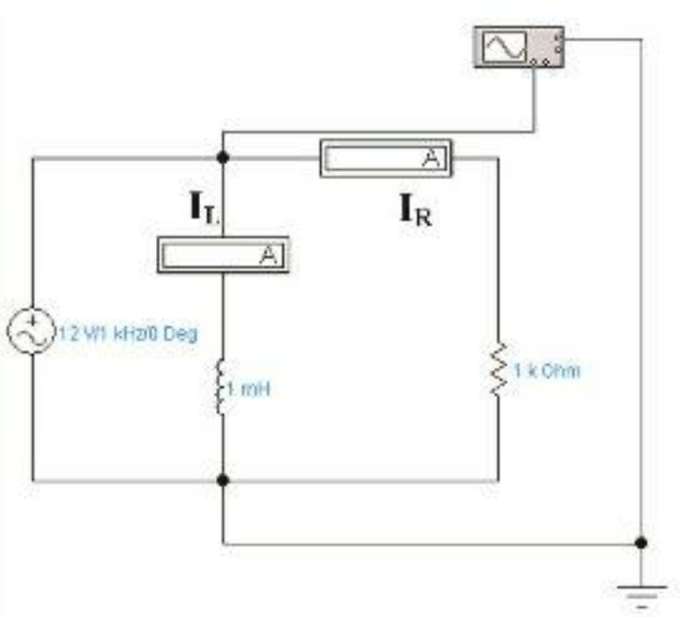
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	رسم فرق الكمون للمنبع المتناوب كما تظهر في راسم الإشارة.			
7	مناقشة مساواة قيمة التيار الكلي المار في الدارة المجموع $I_{R+}I_L$.			
8	تغيير تردد المنبع إلى القيمة 10kHz ثم إعادة القياسات والحسابات السابقة.			
9	الموازنة بين النتيجتين السابقتين وتعليل ذلك.			
10	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة تيار متناوب تحوي مقاومة وملفاً على التفرع.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات.
- بيان أثر تغيير قيمة التردد على الممانعة Z_L في الدارة التفرعية.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



f	I_R (mA)	I_L (mA)
1KHz		
10KHz		

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين العاشر: دارة تيار متناوب تحوي مقاومة وملفاً ومكثفاً على التفرع	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

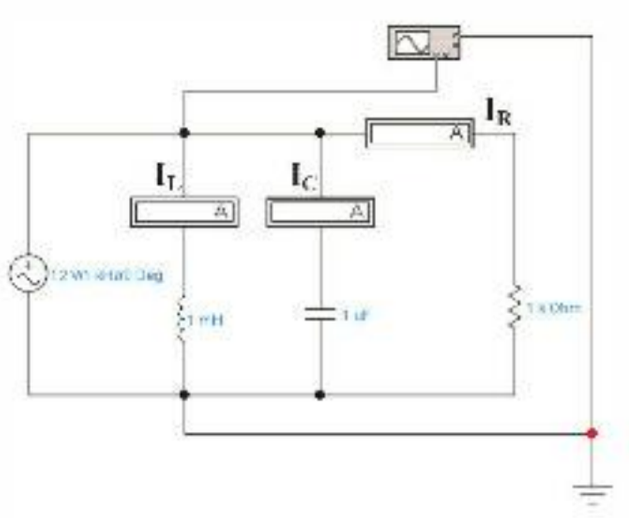
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يختار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-134).	 الشكل(1-134)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم التيارات I_R و I_L ، I_C.	

$f\,(Hz)$	$I_R\ (mA)$	$I_L\ (mA)$	$I_C\ (mA)$
1 kHz			

6	ارسم إشارة فرق الكمون للمنبع المتناوب كما تظهر في راسم الإشارة.	
7	تحقق من مساواة قيمة التيار الكلي المار في الدارة المجموع $I_R+I_L+I_C$.	
8	غيّر تردد المنبع إلى القيمة 10kHz ثم أعد القياسات.	
9	وازن بين نتيجتي القياس السابقتين وعلل ذلك.	
10	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

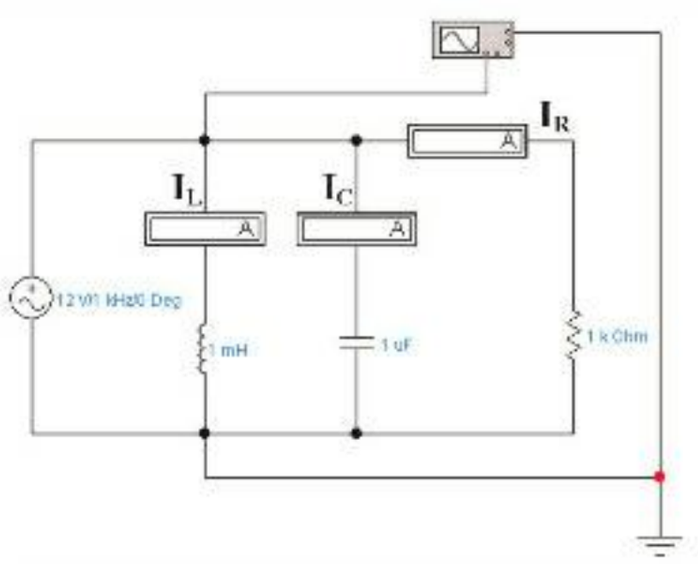
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	رسم فرق الكمون للمنبع المتناوب كما تظهر في راسم الإشارة.			
7	مناقشة مساواة قيمة التيار الكلي المار في الدارة المجموع $I_R+I_L+I_C$.			
8	تغيير تردد المنبع إلى القيمة 10kHz ثم إعادة القياسات والحسابات السابقة.			
9	الموازنة بين النتيجتين السابقتين وتعليل ذلك.			
10	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة تيار متناوب تحوي مقاومة وملفاً ومكثفاً على التفرع.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات.
- بيان أثر تغيير قيمة التردد على الممانعات Z_L و Z_C في الدارة التفرعية.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



f	I_R (mA)	I_L (mA)	I_C (mA)
1KHz			
10KHz			

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء القياس وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.

بطاقة تمرين عملي

التمرين الحادي العاشر: دارة منظم جهد باستخدام ترانزستور npn	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

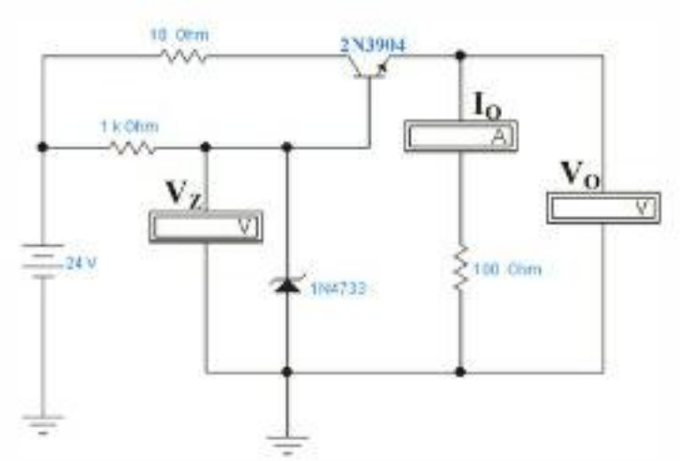
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يختار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-135).	 الشكل(1-135)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم التيارات V_O و V_Z ، I_O.	I_O (mA) | V_Z (V) | V_O (V)
6	ارسم إشارتي الدخل والخرج وبين مقدار الفرق بينهما.	
7	حدد قيمة الفرق بين جهد ثنائي زينر V_Z وجهد الخرج V_O .	
8	حدد الغاية من استخدام الترانزستور.	
9	حدد نتيجة تبديل ثنائي زينر بآخر ذي جهد V_Z أعلى.	
10	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

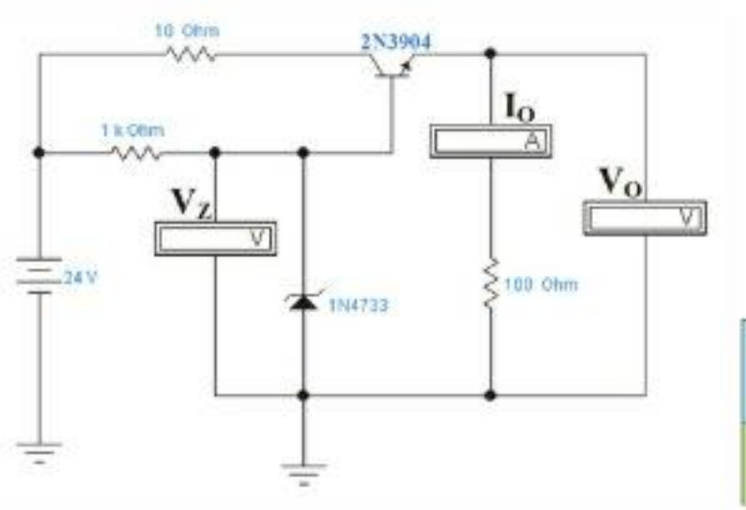
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	رسم إشارتي الدخل والخرج وبيان مقدار الفرق بينهما.			
7	تحديد قيمة الفرق بين جهد ثنائي زينر V_Z وجهد الخرج V_O.			
8	تحديد الغاية من استخدام الترانزستور.			
9	تحديد نتيجة تبديل ثنائي زينر بآخر ذي جهد V_Z أعلى.			
10	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة منظم جهد باستخدام ترانزستور npn .
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات.
- بيان أثر تغيير ثنائي زينر على جهد خرج الدارة.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



I_O (mA)	V_Z $V)$	V_O (V)	V_O-V_Z (V)

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء القياس وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين الثاني عشر: دارة مكبر ترانزستوري_مشع مشترك	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

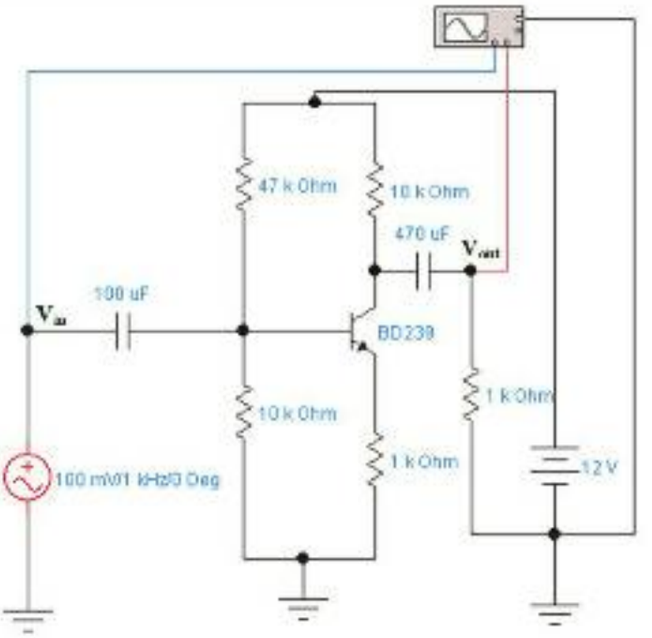
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يختار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيّد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-136).	 الشكل(1-136)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهود العظمى لـ V_{out} و V_{in}.	V_{in_max} (V) | V_{out_max} (V) | A | θ (rad)
6	ارسم إشارتي الدخل V_{in} والخرج V_{out} وحدد قيمة دور إشارة الدخل.	
7	حدد قيمة التكبير (الربح) للدارة حسب العلاقة $A=V_{out}/V_{in}$.	
8	حدد قيمة زاوية فرق الصفحة θ بين إشارتي الدخل والخرج.	
9	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

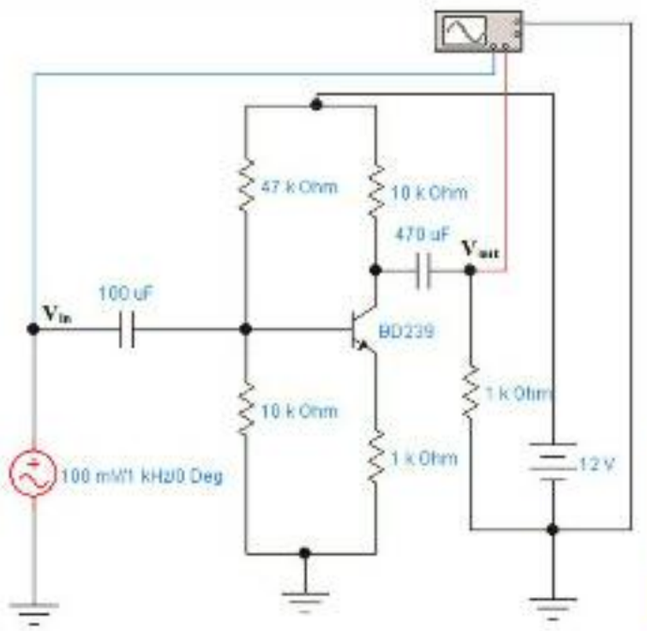
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	رسم إشارتي الدخل V_{in} والخرج V_{out} مع تحديد قيمة دور إشارة الدخل.			
7	تحديد قيمة التكبير للدارة A .			
8	تحديد قيمة زاوية فرق الصفحة θ بين إشارتي الدخل والخرج.			
9	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة مكبر ترانزستوري_مشع مشترك.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات.
- بيان ميزات دارة مكبر تشكيلة مشع مشترك.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



V_{in_max} (V)	V_{out_max} (V)	A	Θ rad

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء القياس وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين الثالث عشر: دارة مكبر ترانزستوري_مجمع مشترك	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

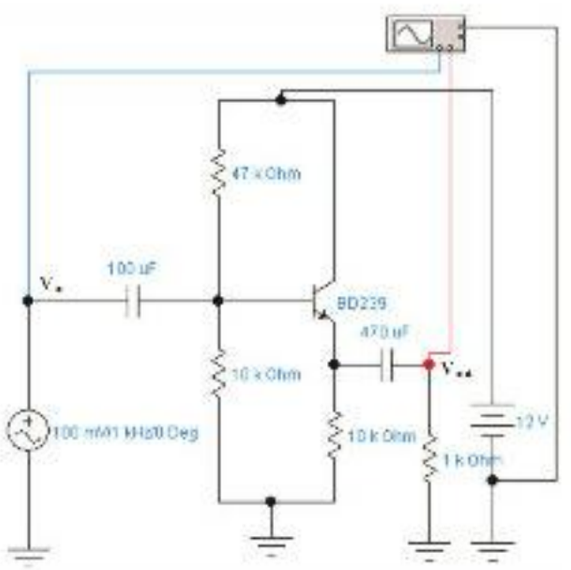
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يختار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-137).	 الشكل(1-137)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهود العظمى لـ V_{out} و V_{in}.	V_{in_max} (V) | V_{out_max} (V) | A | θ (rad)
6	ارسم إشارتي الدخل V_{in} والخرج V_{out} وحدد قيمة دور إشارة الدخل.	
7	حدد قيمة التكبير (الربح) للدارة حسب العلاقة $A=V_{out}/V_{in}$.	
8	حدد قيمة زاوية فرق الصفحة θ بين إشارتي الدخل والخرج.	
9	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

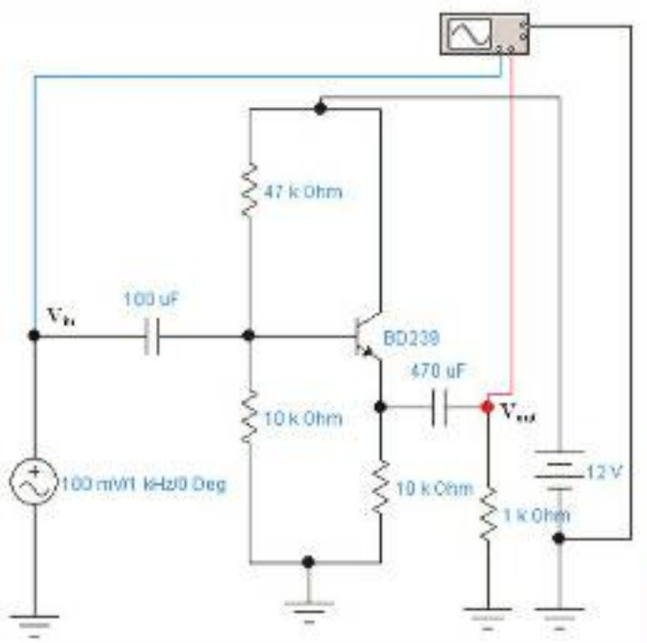
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	رسم إشارتي الدخل V_{in} والخرج V_{out} مع تحديد قيمة دور إشارة الدخل.			
7	تحديد قيمة التكبير للدارة A .			
8	تحديد قيمة زاوية فرق الصفحة θ بين إشارتي الدخل والخرج.			
9	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة مكبر ترانزستوري_مجمع مشترك.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات.
- بيان ميزات دارة مكبر تشكيلة مجمع مشترك.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



V_{in_max} (V)	V_{out_max} (V)	A	Θ rad

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء القياس وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين الرابع عشر: دارة مكبر ترانزستوري_قاعدة مشتركة	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

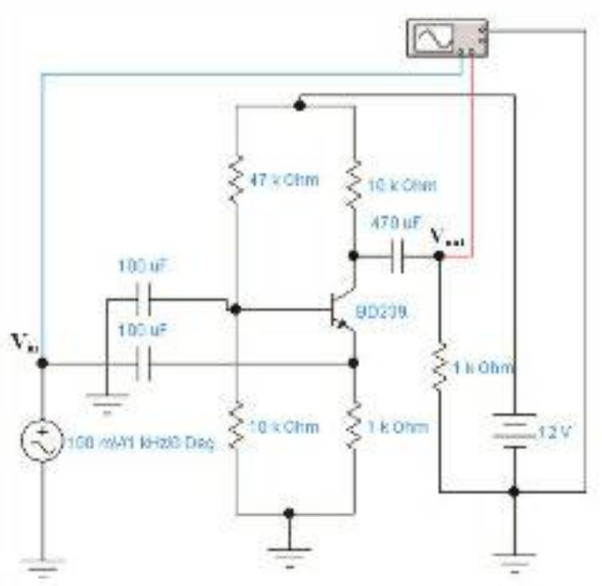
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يختار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-138).	 الشكل(1-138)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهود العظمى لـ V_{out} و V_{in}.	V_{in_max} (V) | V_{out_max} (V) | A | θ (rad)
6	ارسم إشارتي الدخل V_{in} والخرج V_{out} وحدد قيمة دور إشارتي الدخل.	
7	حدد قيمة التكبير (الربح) للدارة حسب العلاقة $A=V_{out}/V_{in}$.	
8	حدد قيمة زاوية فرق الصفحة θ بين إشارتي الدخل والخرج.	
9	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

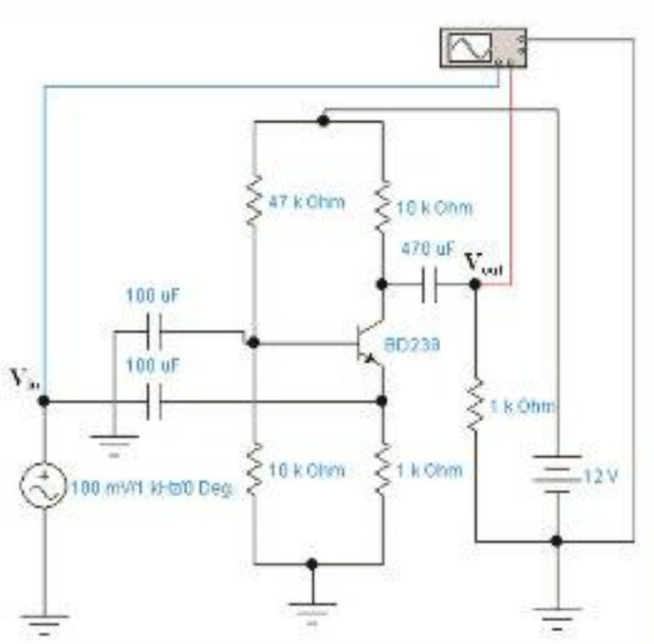
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	رسم إشارتي الدخل V_{in} والخرج V_{out} مع تحديد قيمة دور إشارة الدخل.			
7	تحديد قيمة التكبير للدارة A .			
8	تحديد قيمة زاوية فرق الصفحة θ بين إشارتي الدخل والخرج.			
9	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة مكبر ترانزستوري_قاعدة مشتركة.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات.
- بيان ميزات دارة مكبر تشكيلة قاعدة مشتركة.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



V_{in_max} $(\bar{V})$	V_{out_max} $(\bar{V})$	A	Θ rad

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء القياس وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين الخامس عشر: دارة مكبر باستخدام تشكيلة دارلنغتون	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

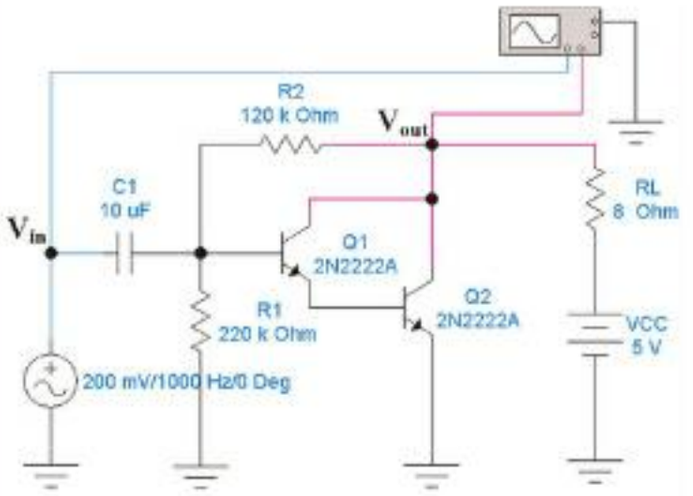
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يختار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي وجدول القياسات
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-139).	 الشكل(1-139)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهود العظمى لـ V_{out} و V_{in}.	V_{in_max} (V) | V_{out_max} (V) | A | θ (rad)
6	ارسم إشارتي الدخل V_{in} والخرج V_{out} وحدد قيمة دور إشارة الدخل.	
7	حدد قيمة التكبير (الربح) للدارة حسب العلاقة $A=V_{out}/V_{in}$.	
8	حدد قيمة زاوية فرق الصفحة θ بين إشارتي الدخل والخرج.	
9	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

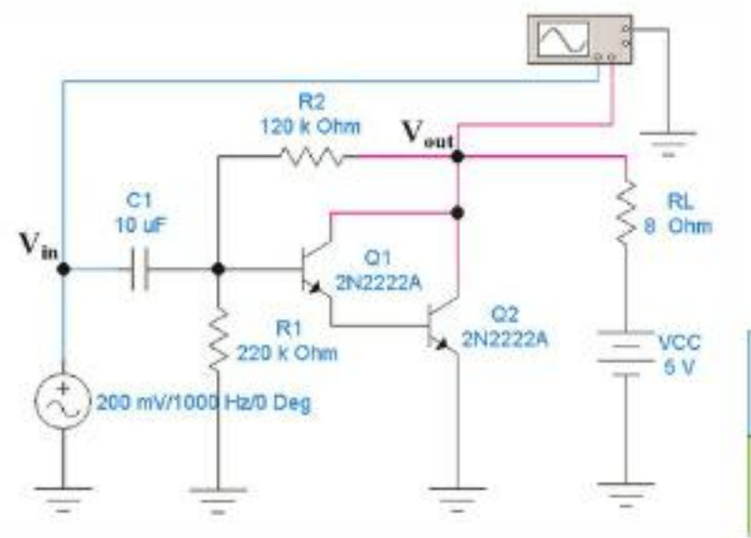
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	رسم إشارتي الدخل V_{in} والخرج V_{out} مع تحديد قيمة دور إشارة الدخل.			
7	تحديد قيمة التكبير للدارة A .			
8	تحديد قيمة زاوية فرق الصفحة θ بين إشارتي الدخل والخرج.			
9	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة مكبر باستخدام تشكيلة دارلنغتون.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات.
- بيان أثر تشكيلة دارلنغتون في المكبر الترانزستوري.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



V_{in_max} (V)	V_{out_max} (V)	A	Θ rad

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء القياس وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين السادس عشر: دارة مذبذب باستخدام 555	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

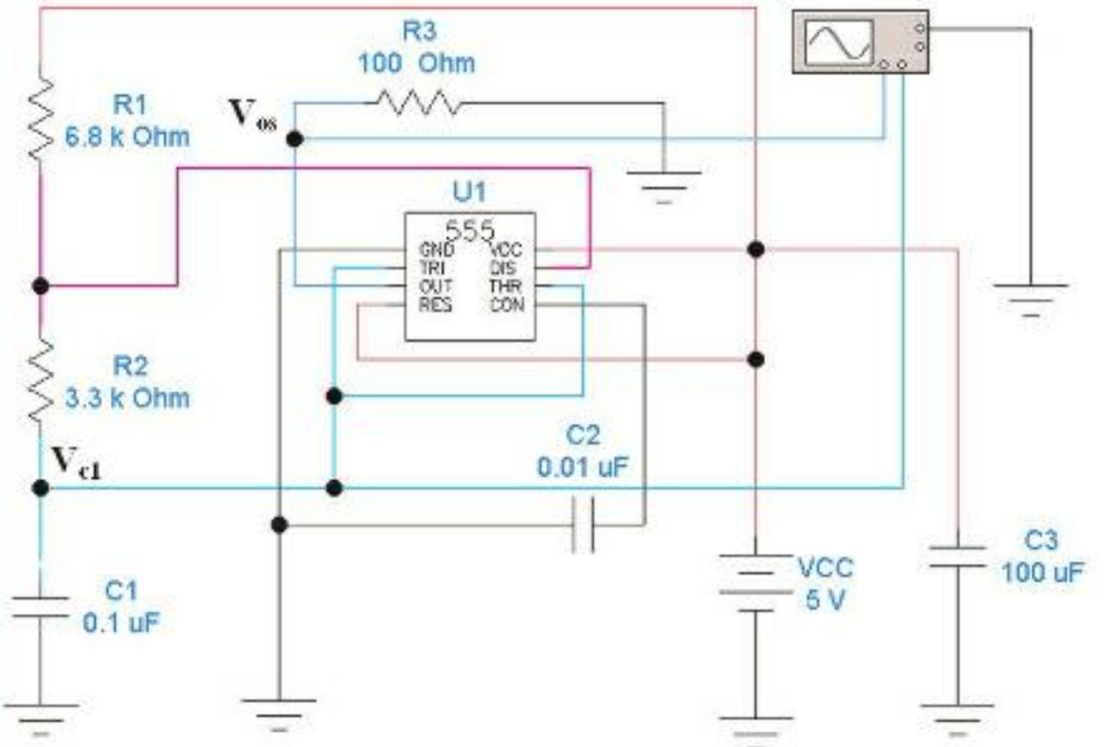
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يختار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-140).	 الشكل(1-140)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	شغّل الدارة.	
6	ارسم إشارتي V_{c1} و V_{os}.	
7	حدد قيمة كل من تردد ودور إشارة V_{os}.	f_{Vos} | T_{Vos}
8	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

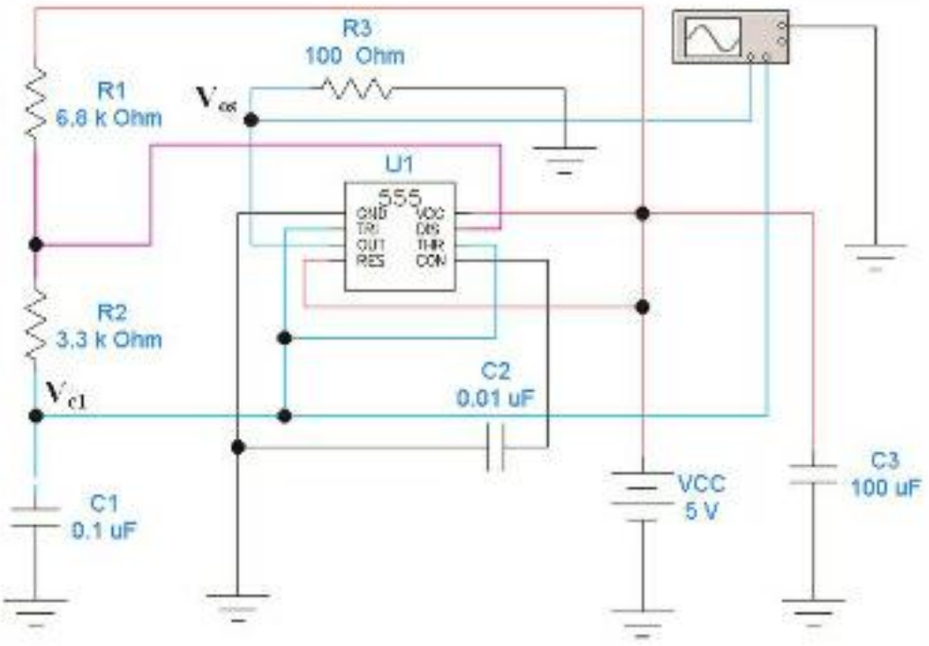
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة.			
6	رسم إشارتي V_{c1} و V_{os}.			
7	تحديد قيمة كل من تردد ودور إشارة V_{os}.			
8	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة تيار دارة مذبذب باستخدام **555** .
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات.
- بيان استخدام الدارة المتكاملة 555 في صنع المذبذبات.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة وجدول القياسات



f_{Vos}	T_{Vos}

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء القياس وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

بطاقة تمرين عملي

التمرين السابع عشر: دارة مكبر صوتي	الزمن: 1 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

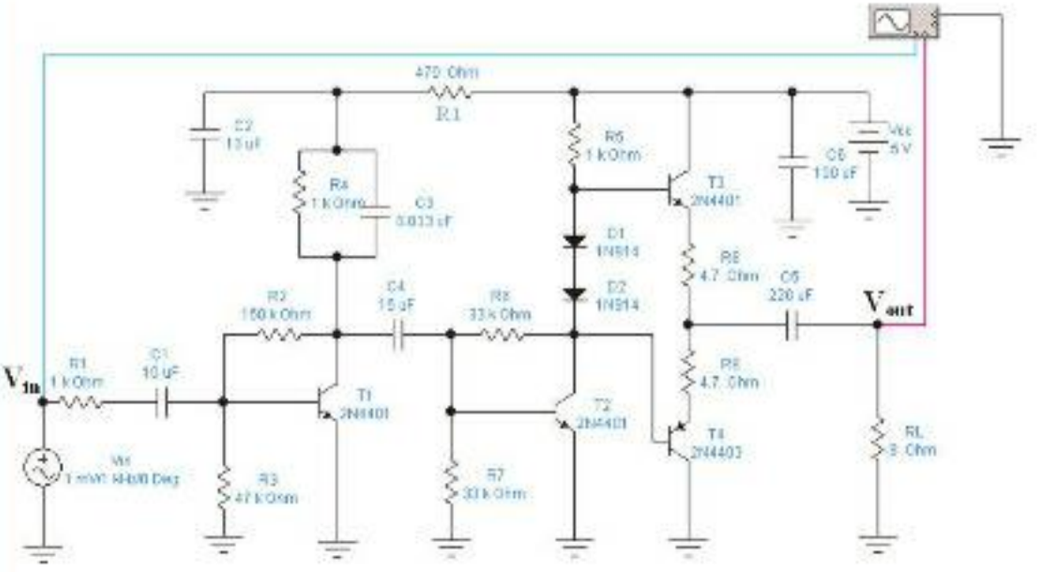
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يختار العناصر الإلكترونية وأجهزة القياس المطلوبة للدارة.
3. يضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة ونوع القياس.
4. يرسم الدارة ويشغل الدارة.
5. يأخذ قراءة أجهزة القياس.
6. يحفظ الملف ويقوم بتصديره إلى برنامج Ultiboard .

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم EWB.
- إنشاء ملف جديد.
- اختيار عناصر الدارة الإلكترونية حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل.
- ضبط جهد وحدة التغذية وقيم العناصر الإلكترونية على القيمة المطلوبة حسب مخطط الدارة.
- اختيار أجهزة القياس حسب مخطط الدارة وجلبها إلى منضدة العمل .
- ضبط أجهزة القياس حسب الدليل المساعد للبرنامج.
- توصيل الدارة (العناصر وأجهزة القياس) حسب المخطط الإلكتروني للدارة.
- وضع أرضي للدارة.
- تخزين الملف الإلكتروني للدارة.
- تشغيل الدارة وتحليلها.
- تسجيل القياسات ورسم إشارات أجهزة التحليل.
- تصدير ملف الدارة الإلكترونية إلى صيغة مناسبة لبرنامج Ultiboard.
- مراعاة تعليمات السلامة المهنية.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كل من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(1-141).	 الشكل(1-141)
4	اضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس حسب مخطط الدارة.	
5	قم بتشغيل الدارة وسجل قيم الجهود العظمى لـ V_{out} و V_{in}.	V_{in_max} (V) | V_{out_max} (V) | A | θ (rad)
6	ارسم إشارتي الدخل V_{in} والخرج V_{out} وحدد قيمة دور إشارة الدخل.	
7	حدد قيمة التكبير (الربح) للدارة حسب العلاقة $A=V_{out}/V_{in}$.	
8	حدد قيمة زاوية فرق الصفحة θ بين إشارتي الدخل والخرج.	
9	قم بحفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك للعمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	ضبط قيم عناصر الدارة وأجهزة القياس.			
5	تشغيل الدارة وأخذ القياسات وتسجيلها في الجدول.			
6	رسم إشارتي الدخل V_{in} والخرج V_{out} مع تحديد قيمة دور إشارة الدخل.			
7	تحديد قيمة التكبير للدارة A .			
8	تحديد قيمة زاوية فرق الصفحة θ بين إشارتي الدخل والخرج.			
9	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			

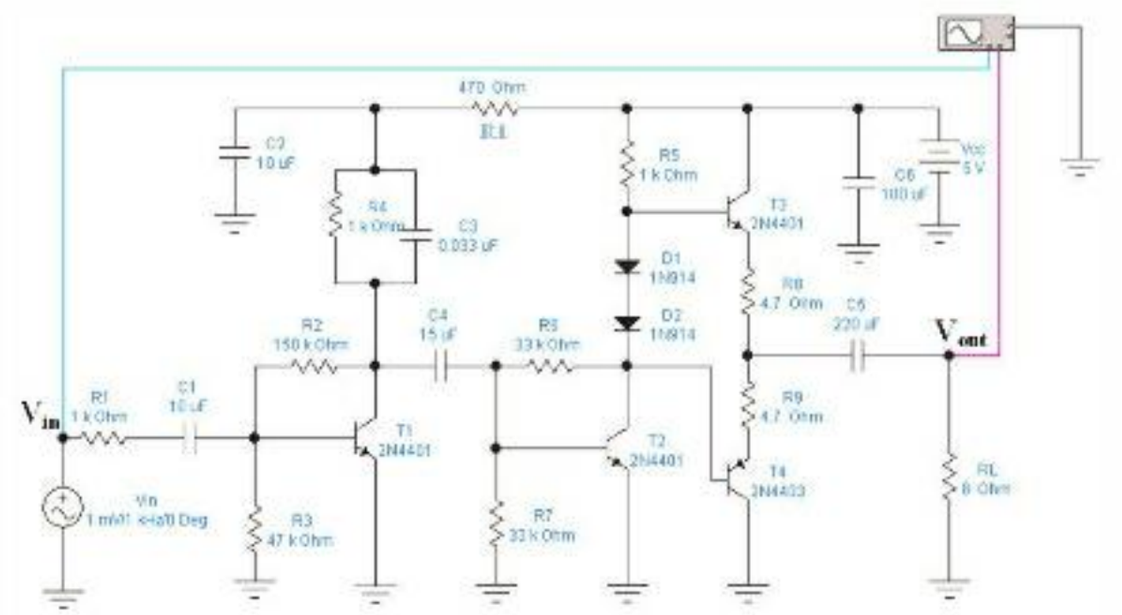
الاختبار العملي

V_{in_max} (V)	V_{out_max} (V)	A	Θ rad

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- تنفيذ دارة مكبر صوتي.
- إجراء القياسات وتسجيلها في جدول القياسات.
- بيان استخدام مراحل متعددة لمكبر ترانزستوري لصنع مكبر صوتي.
- حفظ الملف وتصديره إلى برنامج Ultiboard.

مخطط الدارة



المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج EWB.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 20 دقيقة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- ضبط قيم العناصر وأجهزة القياس حسب المخطط والدليل المساعد للبرنامج .
- إجراء القياس وأخذ القياسات المطلوبة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية

الوحدة الثانية
تصنيع الدارات الإلكترونية
M27-2

قائمة محتويات الوحدة

الفقرة	رقم الصفحة
تصميم الدارات الإلكترونية بوساطة الحاسوب	199
ميزات الدارة المطبوعة	199
أنواع الفيبر المستخدم في صناعة اللوحات المطبوعة	200
الفيبر غير الحساس للضوء	200
الفيبر الحساس للضوء	200
تصنيع الدارات من الفيبر غير الحساس للضوء	201
تصنيع الدارات من الفيبر الحساس للضوء	203
المواد المستخدمة في إزالة طبقة النحاس	207
تصدير (تحويل) ملف الدارة من برنامج Workbench إلى برنامج Ultiboard	209
تشغيل برنامج Ultiboard	211
الأشرطة والأزرار في برنامج Ultiboard	212
إظهار أو إخفاء أشرطة الأدوات في برنامج Ultiboard	213
أزرار الأوامر في برنامج Ultiboard	214
فتح ملف في برنامج Ultiboard	219
تحديد أبعاد اللوحة المطبوعة Outline في برنامج Ultiboard	220
توزيع العناصر داخل حدود مستطيل الدارة المطبوعة في برنامج Ultiboard	222
التوزيع الأفضل لعناصر الدارة في برنامج Ultiboard	224
دوران العناصر في برنامج Ultiboard	225

قائمة محتويات الوحدة

الفقرة	رقم الصفحة
التحكم بحجم العرض في برنامج Ultiboard	226
الحصول على أكبر مساحة عمل في برنامج Ultiboard	227
رسم خطوط التوصيل في الدارة المطبوعة (Net To Line) في برنامج Ultiboard	228
عرض ثلاثي الأبعاد للدارة المطبوعة 3D preview في برنامج Ultiboard	230
طباعة الدارة المطبوعة Print في برنامج Ultiboard	231
مشاكل محتملة في صنع اللوحة المطبوعة	234
التدريبات العملية على رسم وتنفيذ الدارات المطبوعة	235
التمرين الأول: رسم الدارة المطبوعة لمكبر باستخدام تشكيلة دارلنغتون	236
التمرين الثاني: رسم الدارة المطبوعة لمذبذب باستخدام 555	243
التمرين الثالث: رسم الدارة المطبوعة لمكبر صوتي.	250

1-2 تصميم الدارات المطبوعة بوساطة الحاسوب

مقدمة: بعد تطور وتعدد أنواع الأجهزة الإلكترونية وزيادة تعقيدات داراتها الداخلية أصبح من الصعب تحقيق توصيلاتها بوساطة أسلاك نحاسية تقليدية.

لذلك ابتُكرت الدارات المطبوعة وانتشر استخدامها في الأجهزة الإلكترونية الحديثة.

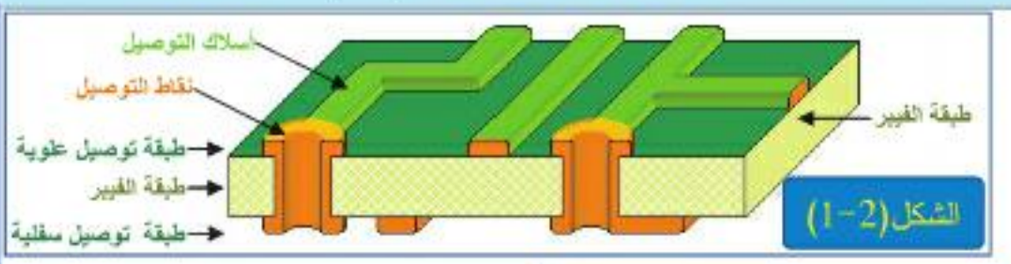
تقوم الدارات المطبوعة بوظيفتين رئيستين هما:

1. حمل العناصر الإلكترونية وتثبيتها.
2. تحقيق التوصيلات بين عناصر وأجزاء الدارة المختلفة.

تتكون الدارة المطبوعة من قاعدة من مادة الفيبر العازلة كهربائياً ذات ثخانة تتراوح من 1 إلى 2 ملم على الأغلب (تُستخدم مادة التفلون للدارات المطبوعة الرقيقة المرنة).

يُشكَّل على أحد سطحي طبقة الفيبر (أو كليهما) توصيلات من طبقة رقيقة جداً من النحاس بثخانة من 0.01 إلى 0.05 ملم، ويفضل ألا تزيد ثخانتها عن 0.1 ملم لأنها تصبح ضعيفة الالتصاق بطبقة الفيبر مما يؤدي إلى ضعف المتانة الميكانيكية.

يتم الوصل بين طبقتي التوصيلات النحاسية العلوية والسفلية بثقوب توصيل **Vias** أو عبر نقاط توصيل أطراف العناصر **Pads** كما يبين الشكل(2-1).



الشكل(2-1)

1-1-2 ميزات الدارة المطبوعة

1. صغر المساحة وبالتالي صغر حجم الجهاز المنتج.
2. إمكانية استخدام طرائق آلية في التصنيع مما يزيد في سرعة وحجم الإنتاج.
3. الدقة والتماثل في الوحدات المنتجة.
4. ثبات العناصر يقلل من حدوث الأعطال الميكانيكية.
5. سهولة إجراء عمليات الصيانة عليها.

أنواع الفيبر المستخدم في صناعة اللوحات المطبوعة

2-1-2 أنواع الفيبر المستخدم في صناعة اللوحات المطبوعة

يوجد نوعان من الفيبر المستخدم في صناعة اللوحات المطبوعة هما الفيبر الحساس للضوء والفيبر غير الحساس للضوء.

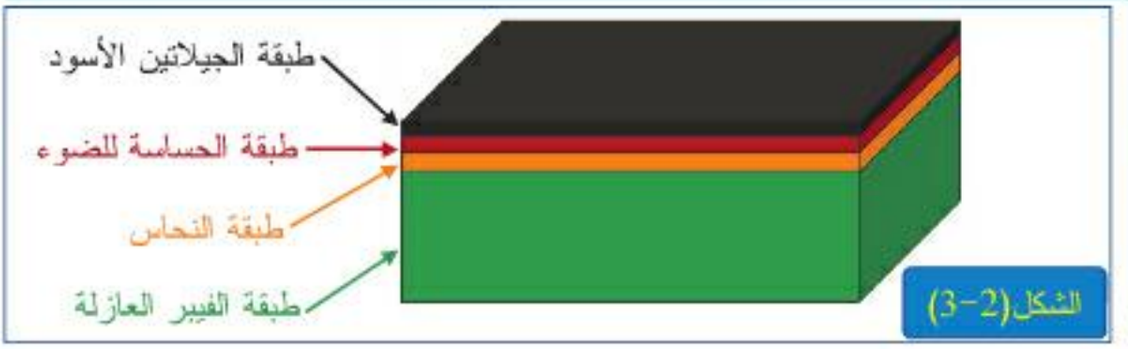
أ- الفيبر غير الحساس للضوء

وهو لوحة فيبر مطلية بطبقة رقيقة ناقلة من النحاس كما يبين الشكل(2-2).

الشكل(2-2)

ب- الفيبر الحساس للضوء

يتركب من الطبقات الآتية: المادة العازلة (فيبر) والمادة الناقلة (نحاس) والمادة الحساسة للضوء وطبقة سميكة من النايلون الأسود لمنع تسرب الضوء إلى المادة الحساسة للضوء كما يبين الشكل(2-3). يمتاز هذا النوع عن السابق بإمكانية استخدام ورقة كالك (شفافية) واحدة لتنفيذ عملية النسخ الضوئي لعدد كبير من الدارات المطبوعة، بينما نضطر عند تصنيع الدارات المطبوعة من الفيبر غير الحساس لرسم كل دارة على حدة وهذا يتطلب وقتاً أطول لإنجاز هذه الدارات.



الشكل(2-3)

تصنيع الدارات المطبوعة من الفيبر غير الحساس للضوء

3-1-2 صناعة الدارة المطبوعة

تختلف طريقة تصنيع الدارات المطبوعة تبعاً لنوع الفيبر المستخدم كما سنبين فيما يأتي:

أ- تصنيع الدارات من الفيبر غير الحساس للضوء

نتبع في هذه الطريقة الخطوات الآتية:

1. نرسم خطوط التوصيل للدارة المراد تنفيذها على الطبقة النحاسية من الفيبر بقلم فلوماستر (تخطيط) بحيث يشكل طبقة تمنع وصول المحلول الحمضي لطبقة النحاس وبالتالي تحميها من التفاعل والاهتراء.
2. نغمر اللوحة المرسومة في ماءات الصوديوم **NaoH** لإزالة الشوائب والأوساخ عن الطبقة النحاسية (يجب توخي الحذر عند التعامل مع المواد الكيميائية).
3. نغسل اللوحة بالماء لإزالة آثار ماءات الصوديوم ومن ثم تجفف.
4. نغمر اللوحة بمحلول كلور الحديدي المسخن الذي يقوم بحت وإزالة طبقة النحاس الظاهرة بين الخطوط المرسومة. بينما لا تتأثر طبقة النحاس تحت الخطوط.
5. نخرج اللوحة من محلول كلور الحديدي وتغسل بالماء جيداً.
6. يتم إزالة آثار قلم الفلوماستر بمحاليل خاصة أو باستخدام ورق سنفرة (زجاج).
7. نغمر اللوحة بماءات الصوديوم **NaoH** لتنظيفها ثم تغسل بالماء وتجفف.
8. نطلي وجه اللوحة النحاسي بمادة ورنيشية لمنعه من التأكسد فيما عدا نقاط التوصيل.
9. نثقّب نقاط التوصيل بوساطة مثقب صغير وباستخدام ريش تثقيب ذات قطر مناسب (قطر 0.8 ملم يناسب معظم القطع الإلكترونية).
10. تركب العناصر الإلكترونية في أماكنها المحددة مع ملاحظة قطبية العناصر وترتيب الأطراف.
11. يتم لحام أطراف العناصر مع طبقة النحاس باستخدام كاوي لحام ولحام قصديري.
12. تقص الأطراف على مسافة 2– 4 ملم (يمكن قص الأرجل قبل عملية اللحام).
13. ويبين الشكل(2–4) معظم مراحل تصنيع هذا النوع من الدارات المطبوعة.

تصنيع الدارات المطبوعة من الفيبر غير الحساس للضوء

الشكل(2-4) مراحل تصنيع الدارات المطبوعة من الفيبر غير الحساس للضوء

تصنيع الدارات المطبوعة من الفيبر الحساس للضوء

ب- تصنيع الدارات من الفيبر الحساس للضوء

نتبع فيها المراحل الآتية:

I. مرحلة الرسم: وتتألف من الخطوات الآتية:

1. رسم المخطط الإلكتروني للدارة باستخدام أحد برامج الرسم مثل "EWB".
2. رسم الشكل العملي بوساطة برامج الرسم مثل "Ultiboard" مع مراعاة ما يلي :
   أ. توزيع العناصر بشكل نحصل فيه على أصغر مساحة ممكنة للدارة المطبوعة.
   ب. أن يكون طول التوصيلات (الأسلاك) بين العناصر أقصر ما يمكن.
3. طباعة الدارة المطبوعة على ورق أبيض ثم تصويرها لنحصل على نسخة فيلم سالبة (Negative) وهي التي يقابل فيها اللون الأبيض (الشفاف) أسلاك النحاس كما يبين الشكل(2-5). أو يمكن الطباعة بشكل عكسي مباشرة على شفافية.

الشكل(2-5)

4. يتم فحص نسخة الفيلم السالبة (الشفافية) على جهاز إضاءة بحيث نتأكد من عدم وجود نقاط شفافة تصل بين الخطوط أو تشكل قصراً بينها.

II. مرحلة التصوير: وتتألف من الخطوات الآتية:

1. تُنزع طبقة الجلاتين الأسود عن طبقة الفيبر بعناية لتجنب خدش المادة الحساسة للضوء كما يبين الشكل(2-6).
2. توضع نسخة الفيلم السالبة فوق قطعة الفيبر بحيث تكون ملاصقة تماماً للطبقة الحساسة للضوء. كما يبين الجزء 3 من الشكل(2-9) في الصفحة 207.

الشكل(2-6)

تصنيع الدارات المطبوعة من الفيبر الحساس للضوء

3. يتم التأكد من ملاصقة ورقة الكلك للطبقة الحساسة للضوء تماماً وعدم وجود فراغات أو فجوات هوائية أو أوساخ بينهما.
4. تُوضع قطعة الفيبر المراد طبعها في جهاز التصوير الضوئي (النسخ الضوئي)، وهو جهاز يحتوي مصدراً للأشعة فوق البنفسجية (لمبات نيون تصدر أشعة فوق بنفسجية)، كما يبين الشكل(2-7).

الشكل(2-7)

ملاحظة: بعض هذه الأجهزة يملك مروحة لتفريغ الهواء للتأكد من ملاصقة الشفافية للطبقة الحساسة.

5. نقوم بإغلاق غطاء الجهاز وتشغيله فيتم تسليط الأشعة فوق البنفسجية على الطبقة الحساسة للضوء عبر شفافية الدارة لفترة زمنية محددة (تتراوح من 2 إلى 10 دقائق حسب نوع المادة الحساسة وإذا لم نعرف المدة بدقة نبدأ بدقيقتين ونزيد 30 ثانية كل مرة تجريبياً)، ويجب حماية العينين من التعرض للأشعة فوق البنفسجية الضارة بوضع نظارات خاصة للحماية من الأشعة فوق البنفسجية.
6. بعد انقضاء مدة التصوير الكافية تتغير طبيعة المادة الحساسة للضوء في المناطق التي تعرضت للأشعة فوق البنفسجية (النافذة عبر المناطق الشفافة من نسخة الفيلم الموجبة أو الشفافية المطبوعة) إلى مادة ثابتة لا تتأثر بماءات الصوديوم، بينما تبقى المادة الحساسة للضوء في المناطق التي لم تتعرض للضوء على طبيعتها (أي تتأثر وتزول بماءات الصوديوم) .
7. نلاحظ ظهور صورة خيال على الفيبر مشابهة لصورة الدارة المطبوعة.

III. مرحلة التحميض: وتتألف من الخطوات الآتية:

أ. تغمر اللوحة التي أُجري عليها التصوير الضوئي بمحلول كلور الحديد المسخن $FeCl_3$ كما يبين الشكل(2-8)، فيتفاعل مع طبقة النحاس الظاهرة بين خطوط التوصيل (خطوط الدارة) وتُزال نهائياً، بينما تبقى طبقة النحاس المغطاة بخطوط التوصيل على حالها نتيجة حمايتها وعزلها بالمادة الحساسة المثبتة (المتبدلة) وتجري العملية وفق المعادلة الآتية:

الشكل(2-8)

كلور الحديد + نحاس ⟵ كلور النحاس + كلور الحديدي

وبذلك نكون قد تخلصنا من طبقة النحاس غير المرغوب بها بين خطوط التوصيل ونحصل على الشكل المطلوب لخطوط الدارة المطبوعة.

ب. تُغسل اللوحة بالماء العادي ثم يتم تجفيفها.

ت. يتم إزالة الطبقة الحساسة المثبتة بمحاليل خاصة أو باستخدام ورق سنفرة.

ث. تُغمر قطعة الفيبر مرة أخرى بمحلول ماءات الصوديوم NaoH لفترة بسيطة لتنظيفها من الشوائب والأوساخ المتبقية على النحاس.

ج. تُغسل اللوحة مرة أخرى بالماء ثم يتم تجفيفها.

ح. تُطلى اللوحة بمادة عازلة (كمليكه أو ورنيش) منعاً لتأكسد النحاس ما عدا نقاط التوصيل اللازمة لتثبت ولحام عناصر الدارة.

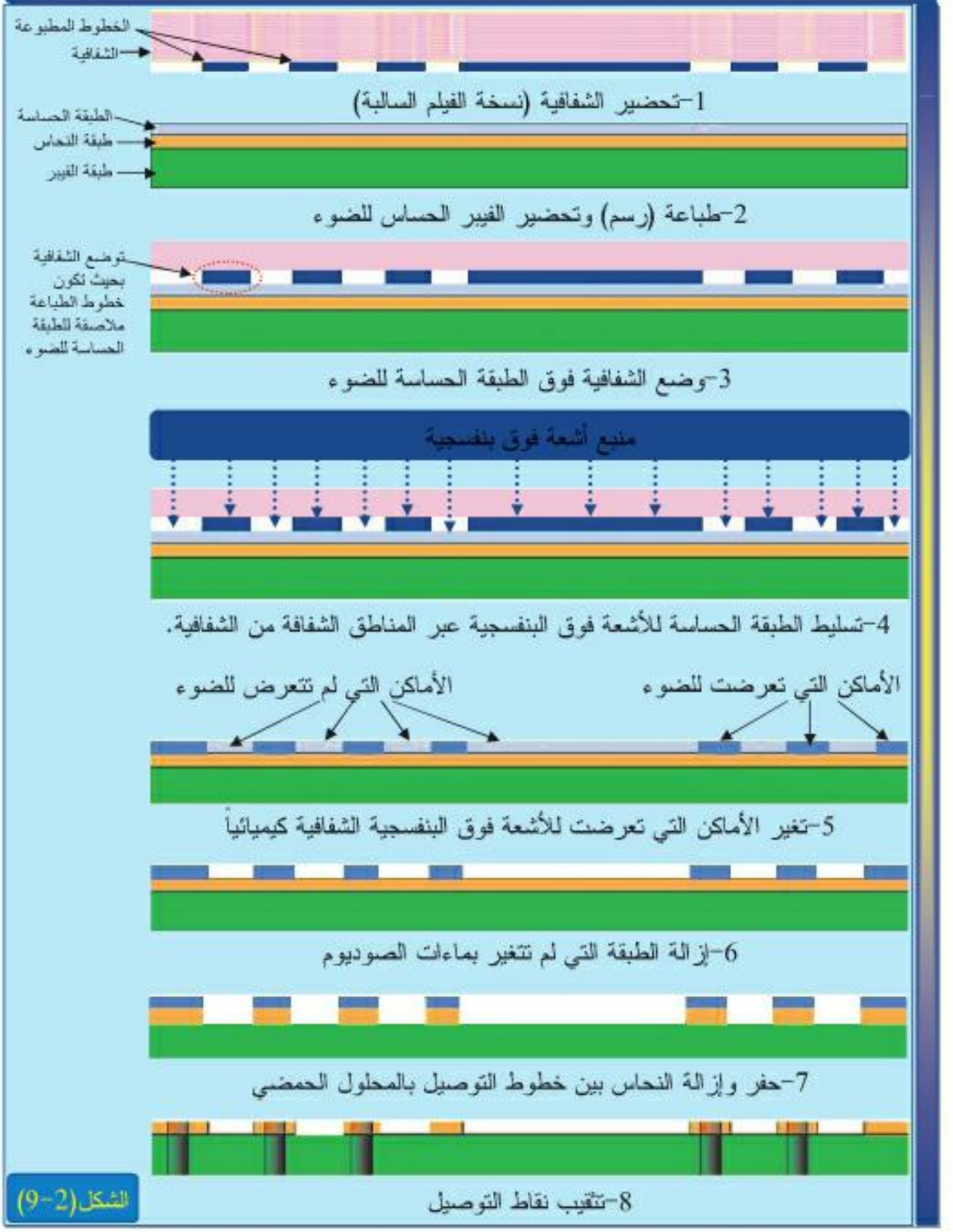
خ. تثقب نقاط التوصيل في الدارة المطبوعة بوساطة مثقب صغير وباستخدام ريش ذات أقطار مناسبة (0.8 ملم لأغلب العناصر كالمقاومات والمكثفات ...).

د. تركب العناصر الإلكترونية في أماكنها المحددة مع ملاحظة قطبية العناصر وترتيب الأطراف. (مثل المكثفات الكيماوية ، الثنائيات، الترانزستورات،...).

ذ. يتم لحام أطراف العناصر مع طبقة النحاس باستخدام كاوي لحام ولحام قصديري.

ر. تقص الأطراف على مسافة 2- 4 مم (يمكن قص الأرجل قبل عملية اللحام).

مراحل تصنيع الدارات المطبوعة من الفيبر الحساس للضوء


الخطوط المطبوعة
الشفافية
1-تحضير الشفافية (نسخة الفيلم السالبة)
الطبقة الحساسة
طبقة النحاس
طبقة الفيبر
2-طباعة (رسم) وتحضير الفيبر الحساس للضوء
توضع الشفافية بحيث تكون خطوط الطباعة ملاصقة للطبقة الحساسة للضوء
3-وضع الشفافية فوق الطبقة الحساسة للضوء
منبع أشعة فوق بنفسجية
4-تسليط الطبقة الحساسة للأشعة فوق البنفسجية عبر المناطق الشفافة من الشفافية.
الأماكن التي لم تتعرض للضوء
الأماكن التي تعرضت للضوء
5-تغير الأماكن التي تعرضت للأشعة فوق البنفسجية الشفافية كيميائياً
6-إزالة الطبقة التي لم تتغير بماءات الصوديوم
7-حفر وإزالة النحاس بين خطوط التوصيل بالمحلول الحمضي
8-تثقيب نقاط التوصيل

الشكل(2-9)

المواد المستخدمة في إزالة طبقة النحاس

4-1-2 المواد المستخدمة في إزالة طبقة النحاس

يمكن إزالة طبقة النحاس الناقلة بتعرضها إلى مواد كيميائية ذات أثر أكّال، مما يؤدي إلى اهتراء وإزالة معدن النحاس نتيجة حدوث تفاعلات كيميائية بين النحاس وهذه المواد.
سنذكر فيما يلي أشهر المواد الكيميائية المستخدمة لهذا الغرض :

أ- حمض النيتريك

يمتاز هذا الحمض بأنه سريع جداً في عملية الحفر، وهو شفاف مما يُسهّل مراقبة عملية الحفر ولكن يعيبه أنه يحفر بسرعة وقسوة مما يؤدي إلى تآكل غير منتظم لطبقة النحاس، ويسبب تآكل العازل في بعض المناطق بسبب قسوة التفاعل الكيميائي الجاري، يمكننا تفادي هذه الآثار السلبية بتقليل تركيز الحمض لكن هذا يقلل من سرعة التفاعل، ويعيبه أيضاً أنه خطر في الاستعمال لكونه يؤثر على البشرة وغيرها لذلك يجب استعماله بحذر كبير جداً وبتركيز منخفض نسبياً.

ب- كبريتات الأمونيا

تمتاز بأنها أكثر أماناً وشفافة وسريعة وليس هنالك خطر من تعرض الملابس لها ولكنها تستلزم التسخين إلى درجة حرارة تتراوح من 50 إلى 60 درجة مئوية أثناء عملية الحفر. من سيئاتها تصاعد أبخرة الأمونيا (نتيجة التسخين) التي تسبب حساسية للعين ينتج عنها نزول الدموع من العين لذلك يجب أن تتم عملية الحفر في مكان جيد التهوية.

ج- أملاح كلوريد الحديد

تمتاز بتوفرها ورخصها والأمان التام في استعمالها، لكن يجب الحذر لأنها تسبب بقع صعبة الإزالة إذا ما لامست الملابس أو الأغراض. ويعيبها أنها بطيئة نسبياً، لكننا نستطيع زيادة سرعة التفاعل بالتسخين مما يقلل المدة اللازمة للحفر إلى حوالي 10 دقائق.

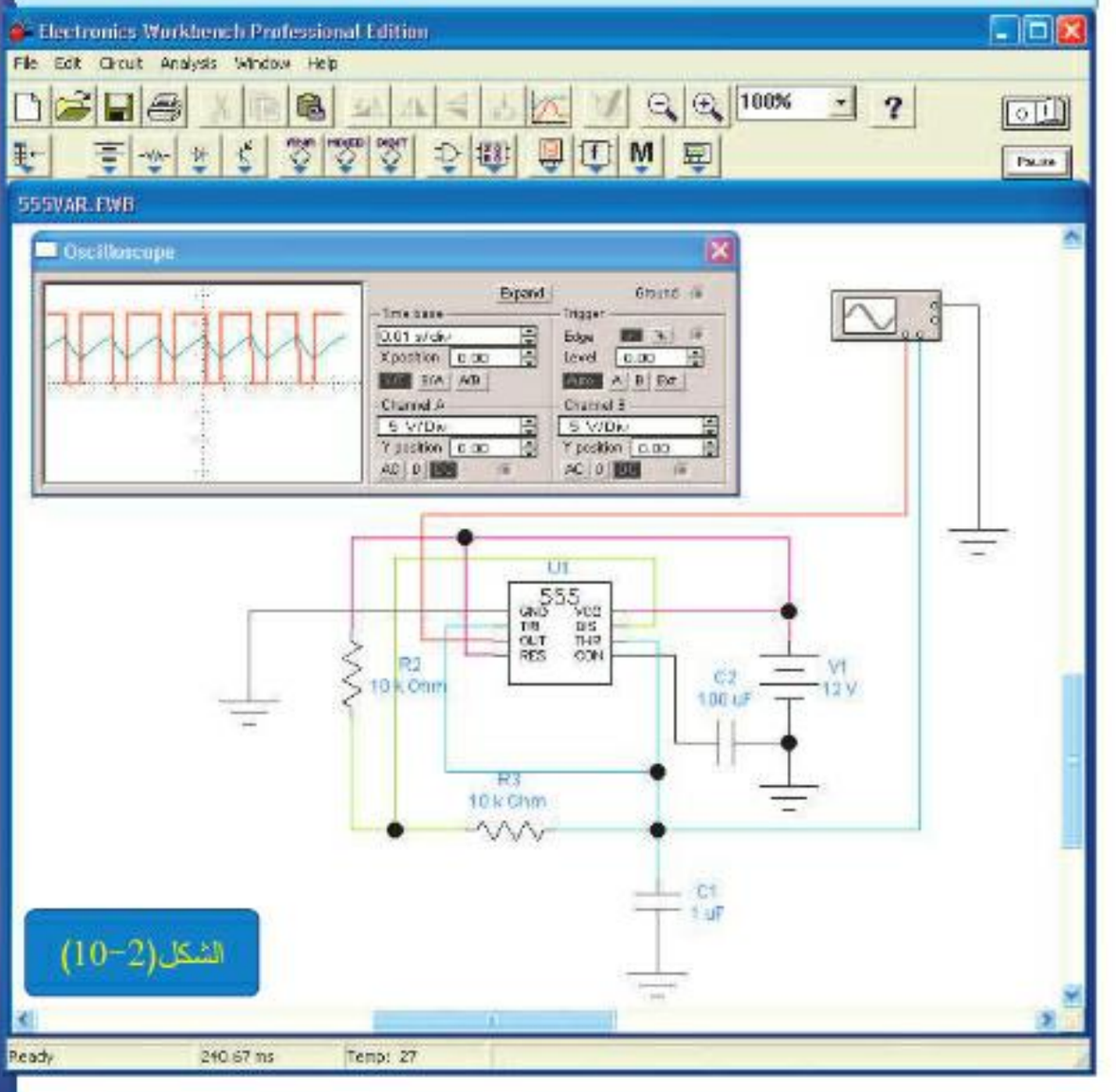
برنامج Ultiboard

رسم الدارة المطبوعة باستخدام برنامج Ultiboard

مقدمة: بعد القيام بتصميم الدارة الإلكترونية ومحاكاتها (اختبارها) باستخدام برنامج **EWB** لابد لنا أن نحول هذا التصميم إلى دارة فعلية وبنائها باستخدام عناصر إلكترونية فعلية، تتوافر عدة برامج لرسم الدارات المطبوعة سنستخدم منها برنامج **Ultiboard**.

2-2 تصدير (تحويل) ملف الدارة من برنامج Workbench إلى برنامج Ultiboard

بعد تصميم دارة مولد نبضات مربعة باستخدام الدارة المتكاملة الشهيرة 555 ومحاكاتها باستخدام برنامج **EWB** كما هو مبين في الشكل(2-10).

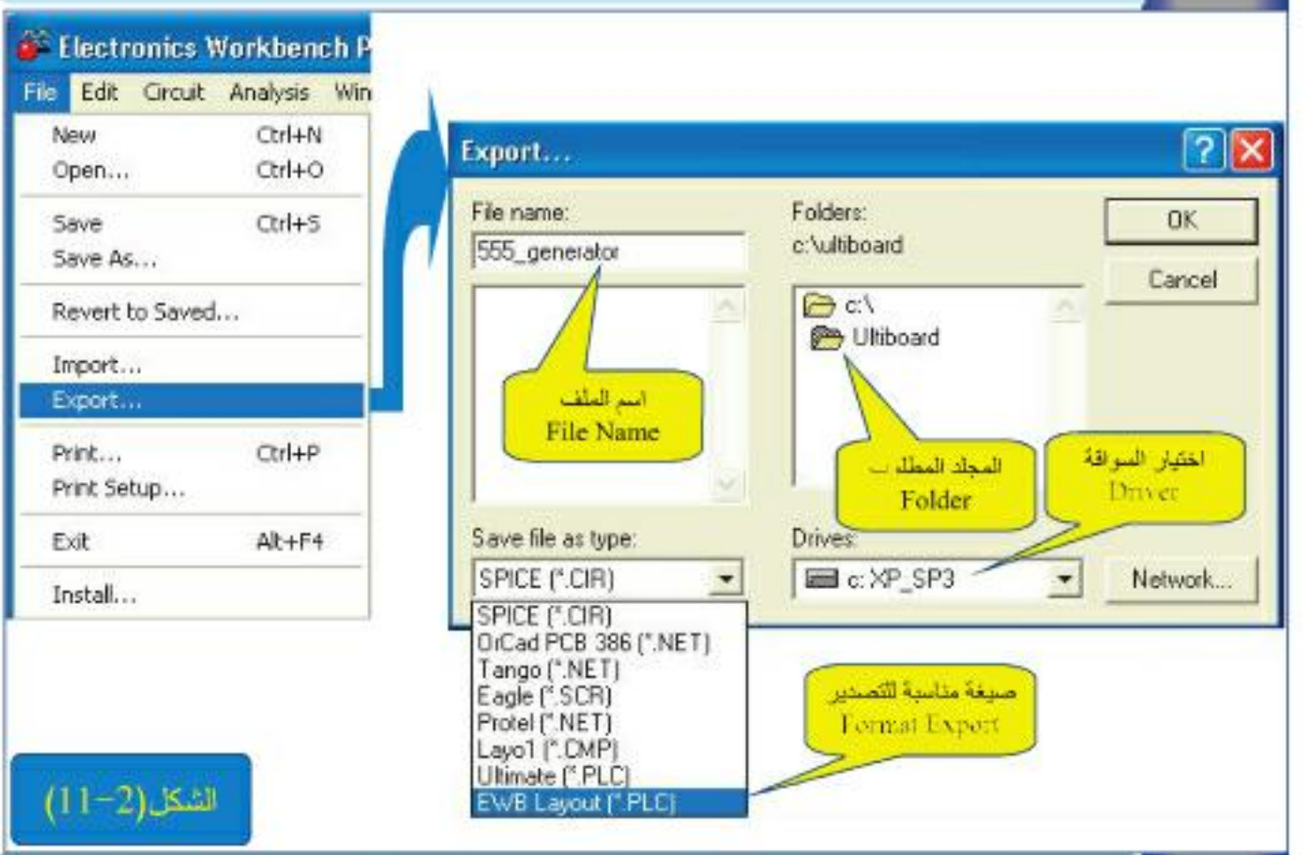


الشكل(2-10)

رسم الدارة المطبوعة باستخدام برنامج Ultiboard

نقوم الآن بحفظ هذا الملف باسم "555_generator" في المجلد "Ultiboard" في السواقة "C:" ثم تصديره بصيغة "EWBLayout (*.PLC)" المناسبة لبرنامج " Ultiboard " باتباع الخطوات الآتية:

1. من قائمة "File" نختار الأمر "Export" فيظهر لنا مربع الحوار (نافذة) كما في الشكل(2-11)



الشكل(2-11)

1. نحدد السواقة والمجلد واسم الملف وصيغة تصدير الملف ثم ننقر الزر "OK" عندها ينشأ لدينا ملف باسم " 555_generator.plc " .
2. نقوم بإغلاق برنامج EWB باختيار أحد الخيارات الآتية:
   - أ. الأمر "Exit" من القائمة "File"
   - ب. باستخدام اختصار لوحة المفاتيح "Alt+F4"
   - ت. بالنقر على الزر " Close"

بدء العمل مع برنامج Ultiboard

3-2 تشغيل برنامج Ultiboard

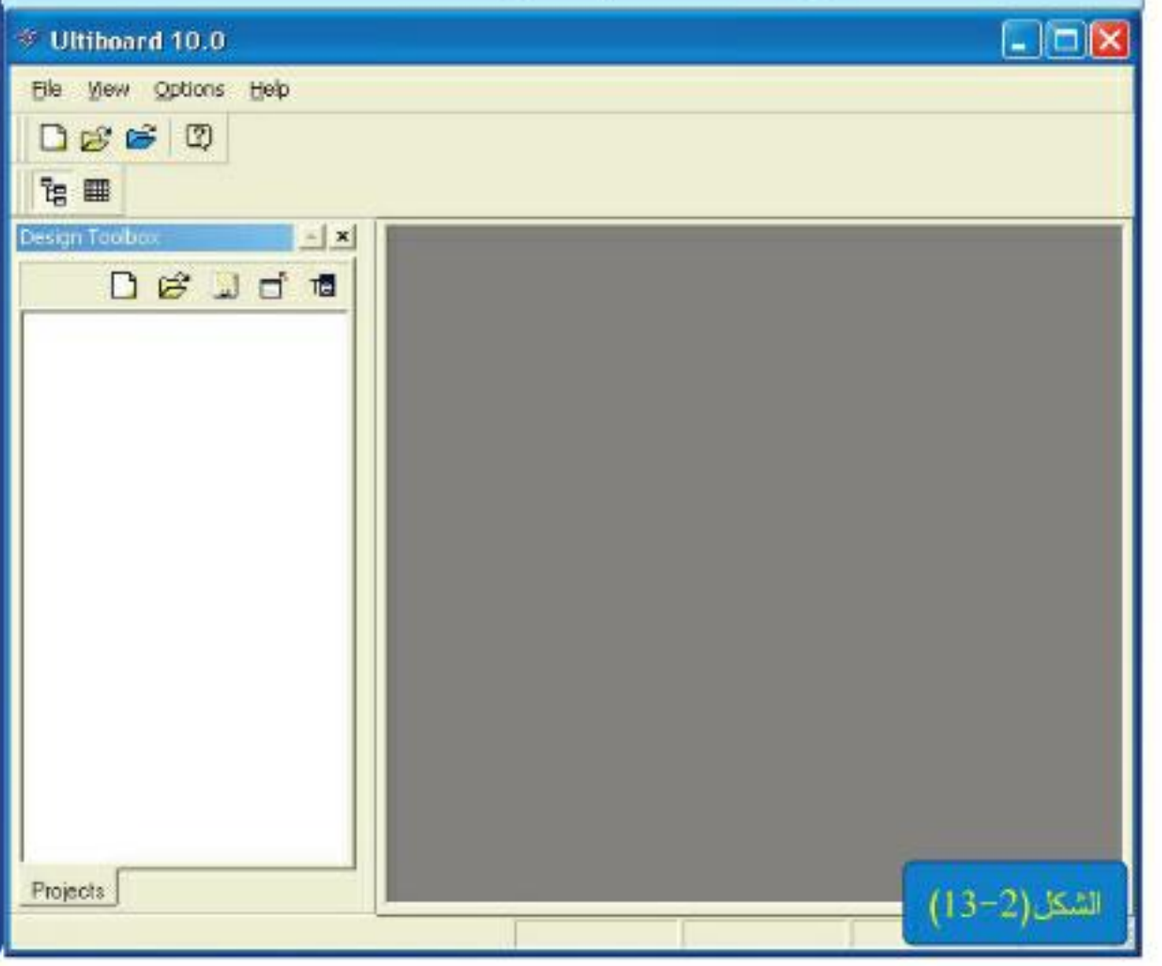
نقوم بتشغيل برنامج "**Ultiboard** " كما يلي:

Start > All Programs > national Instruments > Circuit Design Suit 10.0 > Ultiboard

كما يبين الشكل(2-12)، أو بالنقر على اختصار البرنامج من سطح المكتب.

الشكل(2-12)

فتظهر لنا نافذة البرنامج كما يبين الشكل(2-13)



الشكل(2-13)

الأشرطة والأزرار في برنامج Ultiboard

4-2 أشرط الأدوات والأزرار

يوجد في برنامج **Ultiboard** العديد من الأشرطة التي تقوم بمهمة تنظيم واحتواء أزرار لمعظم أوامر البرنامج، هذه الأشرطة يمكن أن تتوضع في نافذة البرنامج بهيئتين هما:

1. الأشرطة الرأسية (أي تكون مصفوفة إلى جانب بعضها بعضا في الجزء العلوي من نافذة البرنامج) كما يبين الشكل(2-14). ونلاحظ عدم ظهور اسم الشريط ولكن يظهر مقبض الشريط على يساره الذي يمكننا من سحب الشريط لأي مكان من نافذة البرنامج .
2. الأشرطة العائمة حيث يمكن أن تتوضع الأشرطة في أي مكان من نافذة البرنامج وذلك بنقرها بزر الفأرة الأيسر وسحبها (مع المحافظة على النقر) ثم إفلاتها في المكان الذي نريد فتبدو على شكل إطار يظهر فيه اسم الشريط في الزاوية اليسرى العلوية كما يبين الشكل(2-15).

يمكن إغلاق أي منها بنقر زر الإغلاق الموجود في الزاوية اليمنى العلوية من إطار الشريط. ويمكن إعادته إلى وضعه الرأسي بسحبه إلى أحد جوانب نافذة البرنامج ومن ثم إفلاته.

الشكل(2-14)

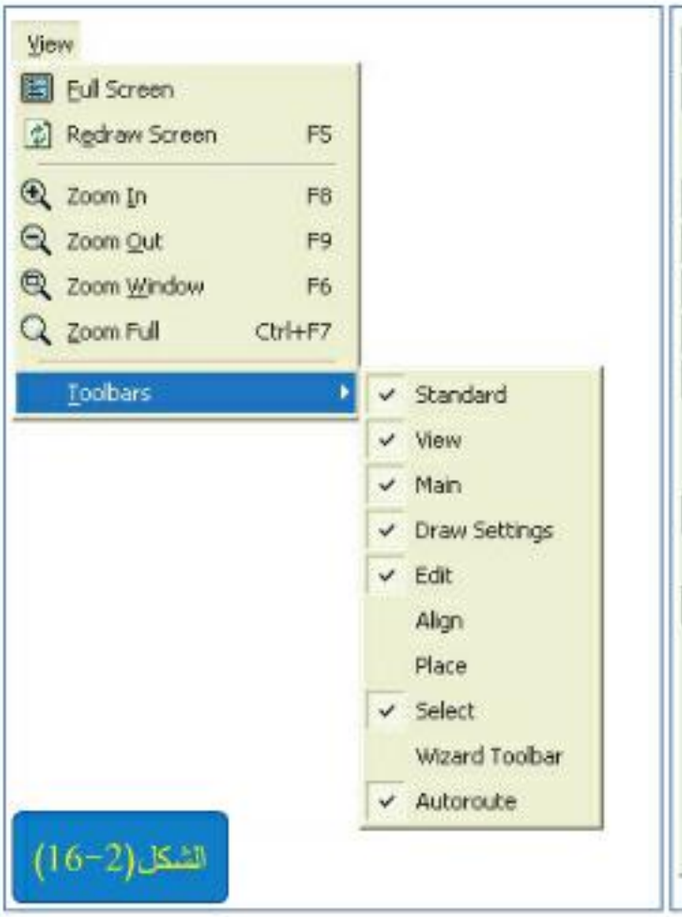
الشكل(2-15)

إظهار أو إخفاء أشرطة الأدوات في برنامج Ultiboard

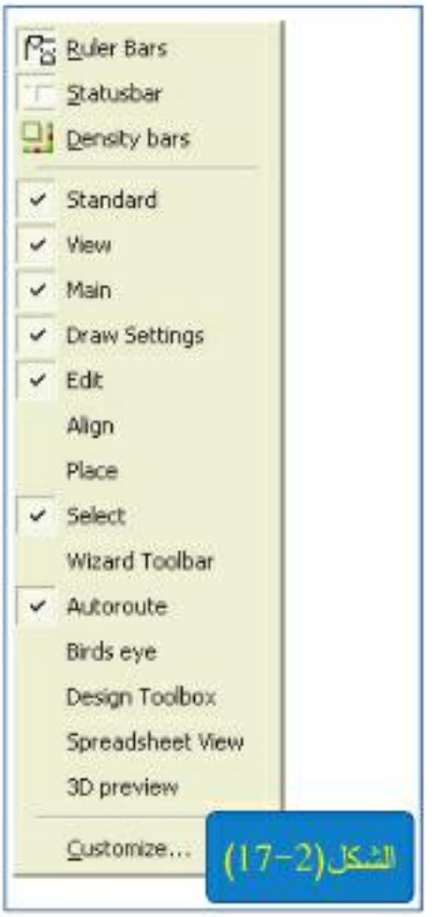
5-2 إظهار أو إخفاء أشرطة الأدوات

يمكننا التحكم بإظهار أو إخفاء أي من أشرطة الأدوات باستخدام أحد الأوامر الآتية:

1. من القائمة View > الأمر Toolbars > نضع إشارة صح ✓ أمام الشريط المطلوب إظهاره بالنقر فوقه بزر الفأرة الأيسر، أو إزالة الإشارة ✓ بالطريقة نفسهاإذا أردنا إخفاءه. كما يبين الشكل(2-16)
2. عند النقر بزر الفأرة الأيسر فوق أي شريط تنسدل قائمة سريعة، عندها يمكننا نقر أي شريط منها لإظهاره أو إخفائه . كما يبين الشكل(2-17).



الشكل(2-16)



الشكل(2-17)

أزرار الأوامر في برنامج Ultiboard

6-2 أزرار الأوامر

يبين الجدول(2-1) رموز الأزرار المستخدمة في برنامج **Ultiboard** ، ويوضح عمله واختصار لوحة المفاتيح لكل منها إن وجد.

الجدول(2-1)

الرمز	عمل الزر	الاختصار
	إنشاء ملف جديد	Ctrl+N
	فتح ملف موجود	Ctrl+O
	فتح أحد ملفات الأمثلة الموجودة في البرنامج (عينة)	
	حفظ الملف	Ctrl+S
	طباعة الملف	Ctrl+P
	قص العنصر المحدد	Ctrl+X
	نسخ العنصر المحدد	Ctrl+C
	لصق ما تم نسخه (أو قصه)	Ctrl+V
	تراجع عن آخر عملية قمنا بها	Ctrl+Z
	إعادة آخر عملية تم التراجع عنها	Ctrl+Y
	تفعيل/عدم تفعيل تحديد الأجزاء	
	تفعيل/عدم تفعيل تحديد الخطوط	
	تفعيل/عدم تفعيل تحديد مساحات أو مناطق من النحاس	

أزرار الأوامر في برنامج Ultiboard

تتمة الجدول(2-1)

الرمز	عمل الزر	الاختصار
	تفعيل/عدم تفعيل تحديد نقاط الوصل بين الطبقات(via)	
	تفعيل/عدم تفعيل تحديد نقاط وصل العناصر (Pads)	
	تفعيل/عدم تفعيل تحديد نقاط الوصل السطحية للعناصر التي تلصق سطحياً(SMD)	
	تفعيل/عدم تفعيل تحديد خصائص العناصر	
	تفعيل/عدم تفعيل تحديد العناصر الأخرى غير ما ورد سابقاً	
	تحديث الشاشة (إعادة رسمها)	F5
	إظهار منطقة الرسم ملء الشاشة دون الأشرطة و القوائم	
	تكبير	F8
	تصغير	F9
	تكبير منطقة محددة (برسم مربع يضم تلك المنطقة) لتظهر ملء نافذة الرسم	F6
	إظهار مستطيل الدارة المطبوعة مع جميع العناصر ملء نافذة الرسم	Ctrl+F7
	تحديد	Ctrl+Shift+S
	إظهار/إخفاء مربع أدوات التصميم	

أزرار الأوامر في برنامج Ultiboard

تتمة الجدول(2-1)

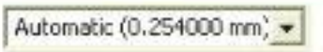
الرمز	عمل الزر	الاختصار
	إظهار/إخفاء إطار الجدول الكامل لكافة خصائص العناصر والمكونات واللوحة المطبوعة	
	إظهار وإدارة (أي التحكم في) قاعدة البيانات التي تضم العناصر والمكونات المخزنة لبرنامج Ultiboard	
	معالج اللوحة المطبوعة (البورد)	
	معالج المكونات والعناصر	
	إضافة مكون من قاعدة البيانات (المكتبة)	
	رسم خط أو مسار توصيل (Line)	
	رسم خط بشكل آلي بين نقطة البداية وحتى مؤشر الفأرة (اتبعني)	
	آلة اتصال	
	إضافة نقطة وصل بين طبقتين (via)	
	رسم مضلع	
	إنشاء طبقة التغذية	
	تحديث لائحة الاتصالات بين النقط واكتشاف الأخطاء	
	إضافة نص	
	إظهار ورؤية منظر ثلاثي الأبعاد للّوحة المطبوعة	
	التقاط جزء من الشاشة كصورة نقطية ونسخها إلى الحافظة	

أزرار الأوامر في برنامج Ultiboard

تتمة الجدول(2-1)

الرمز	عمل الزر	الاختصار
	المساعدة	
	السماح بتفكيك (تمفصل) العناصر والسماح بنقل أي جزء منها على حدة	
	المساعدة	
	تفعيل/عدم تفعيل تفكيك أجزاء العنصر المرسومة PCB (كالخطوط ونقاط التوصيل) والسماح بنقل أي جزء منها على حدة	
	تفعيل/عدم تفعيل تفكيك خصائص العنصر النصية للسماح بتحرير النص الموجود فيها(كالاسم والقيمة)	
	دوران العنصر المحدد 90^{O} مع اتجاه عقارب الساعة	
	دوران المحدد 90^{O} عكس اتجاه عقارب الساعة	
	التبديل بين طبقتي الرسم (العلوية Top والسفلية Bottom)	
	توزيع وإعادة تموضع العناصر بشكل آلي ضمن البورد	
	الوصل الآلي لخطوط النقل المُجمّعة (Bus)	
	التحسين الآلي للخطوط والمسارات	

تتمة الجدول(2-1)

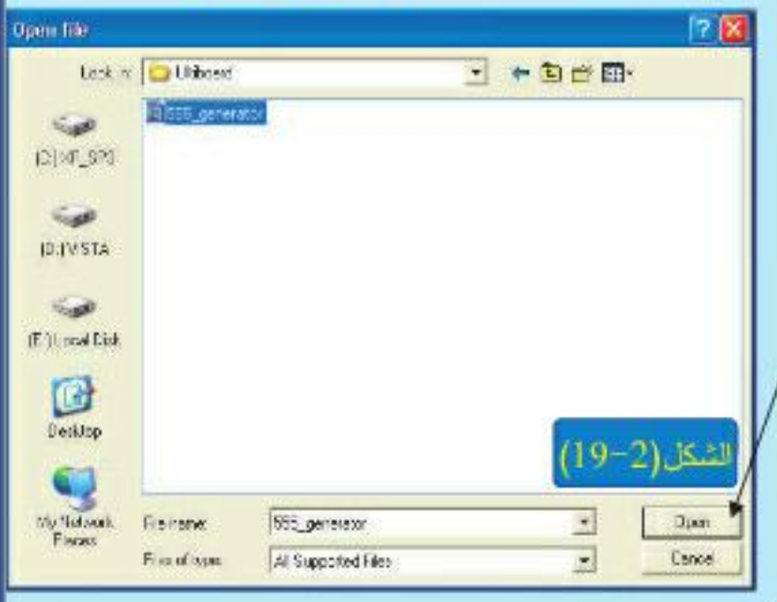
الرمز	عمل الزر	الاختصار
	بدء/استئناف الرسم (الوصل)الآلي للّوحة المطبوعة (بورد)	
	إيقاف/ توقف مؤقت للرسم الآلي	
	تحديد عرض الخط	
	تحديد الطبقة	
	تحديد واحدة القياس	

7-2 فتح ملف الدارة

لفتح الملف المطلوب يمكننا استخدام أحد الخيارات الآتية:

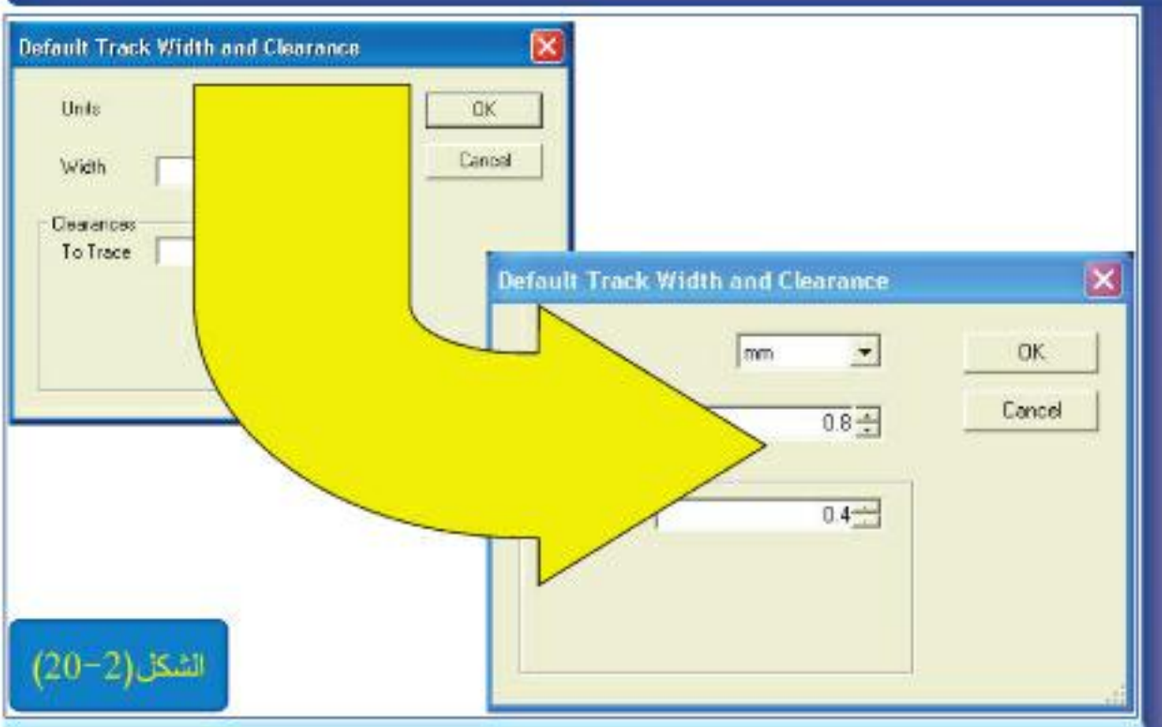
1. من قائمة "File" نختار الأمر "Open" كما يبين الشكل(2-18).
2. الضغط على المفتاحين Ctrl+O معاً
3. نقر زر Open من شريط الأدوات.
4. فيظهر إطار فتح ملف "**Open File**" كما يبين الشكل(2-19).
5. نحدد السواقة والمجلد حيث يتواجد الملف ثم ننقر زر "Open" في الإطار فتح ملف "**Open File**" المبين في الشكل _(143).
6. يظهر إطار مربع الحوار الخاص بتحديد القيم الافتراضية لعرض الخط والتباعد بين الخطوط "Default Track Width and Clearance" المبين في الشكل(2-20).
7. نحدد واحدة القياس بواحدة الميليمتر "mm".
8. نحدد العرض الافتراضي للخط النحاسي (Track Width) بالقيمة المرغوبة (يفضل ألا تقل عن 0.8 ملم إذا كنا سنقوم بتنفيذ الدارة بأنفسنا).
9. نحدد العرض الفاصل بين الخطوط النحاسية (Clearance To Track) بالقيمة المرغوبة (يفضل ألا تقل عن 0.4 ملم إذا كنا سنقوم بتنفيذ الدارة بأنفسنا) كما يبين الشكل(2-20)، ثم ننقر زر "Ok" .

الشكل(2-18)



الشكل(2-19)

تحديد واحدة القياس وعرض السلك والبعد المسموح به بين الأسلاك



الشكل(2-20)

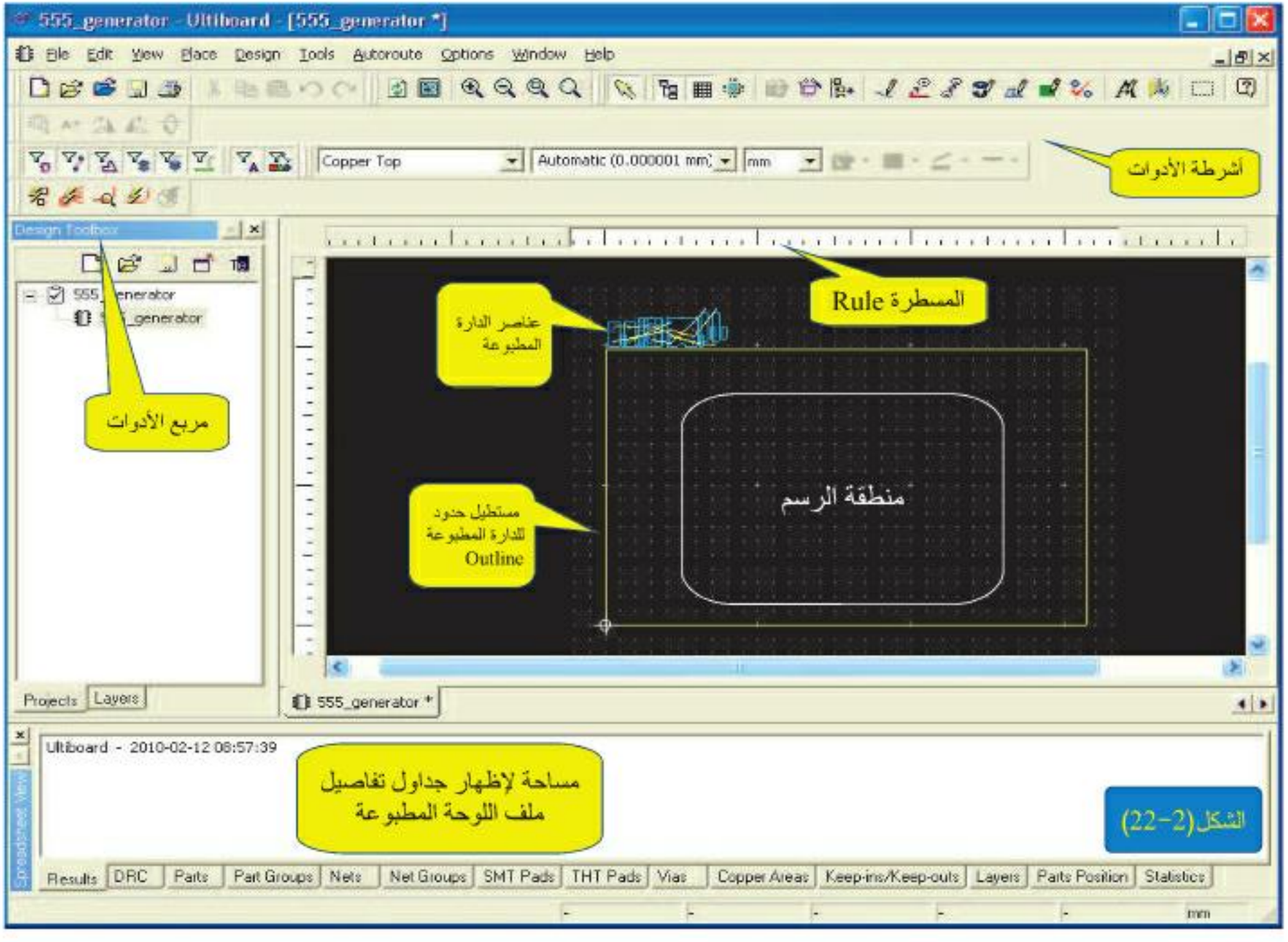
يبين الشكل(2-22) في الصفحة 222 نافذة البرنامج **Ultiboard**.

8-2 تحديد أبعاد اللوحة المطبوعة Outline

نقوم بتعيين (تحديد) أبعاد اللوحة المطبوعة باتباع الخطوات الآتية:

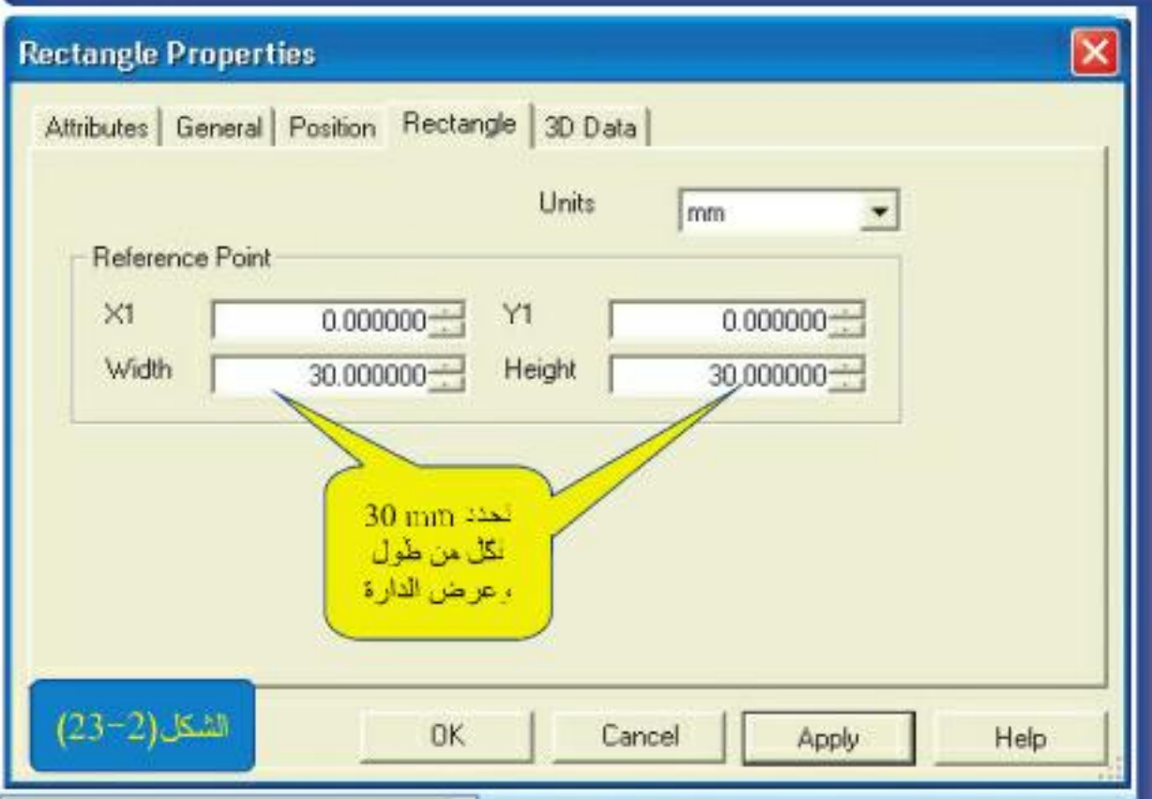
1. النقر بزر الفأرة اليميني على إطار الدارة المطبوعة (أي على المستطيل الأصفر) فتتسدل قائمة فيها عدة أوامر كما هو ظاهر في الشكل(2-21).
2. ننقر الأمر خصائص "Properties" فيظهر إطار خصائص مستطيل الدارة "Rectangle Properties" كما يبين الشكل(2-23).

الشكل(2-21)


555_generator - Ultiboard - [555_generator *]
File Edit View Place Design Tools Autoroute Options Window Help
Copper Top
Automatic (0.000001 mm)
mm
أشرطة الأدوات
Design Toolbox
مربع الأدوات
Rule المسطرة
عناصر الدارة المطبوعة
منطقة الرسم
مستطيل حدود للدارة المطبوعة Outline
Projects
Layers
555_generator *
Ultiboard - 2010-02-12 08:57:39
مساحة لإظهار جداول تفاصيل ملف اللوحة المطبوعة
Spreadsheet View
Results
DRC
Parts
Part Groups
Nets
Net Groups
SMT Pads
THT Pads
Vias
Copper Areas
Keep-ins/Keep-outs
Layers
Parts Position
Statistics
mm

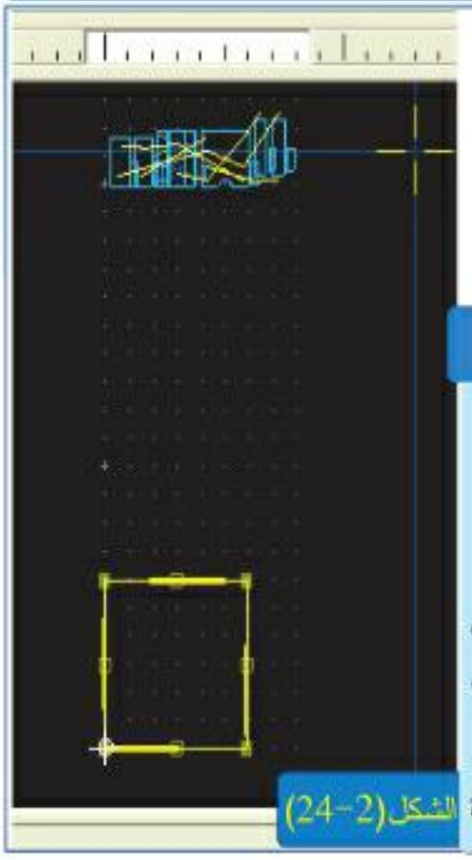
الشكل(2-22)

تحديد أبعاد اللوحة المطبوعة Board outline



الشكل(2-23)

3. نحدد القيمة 30mm لكل من العرض Width والارتفاع Height ثم ننقر زر "Ok" فتصبح منطقة الرسم (العمل) على النحو الذي يبينه الشكل(2-24).



الشكل(2-24)

9-2 توزيع العناصر داخل حدود مستطيل

لإعادة توزيع وترتيب عناصر الدارة نقوم بما يلي:

1. نحدد كل عنصر على حده بالنقر عليه ثم سحبه.
2. نحدد العناصر دفعة واحدة كما يلي :

أ. نقوم بتحديد جميع عناصر الدارة ، برسم مستطيل تحديد يحيط بجميع هذه العناصر وذلك بنقر زر الفأرة اليساري بجوار هذه العناصر وتحريك الفأرة مع الإبقاء على نقر زر الفأرة

توزيع العناصر داخل حدود مستطيل الدارة

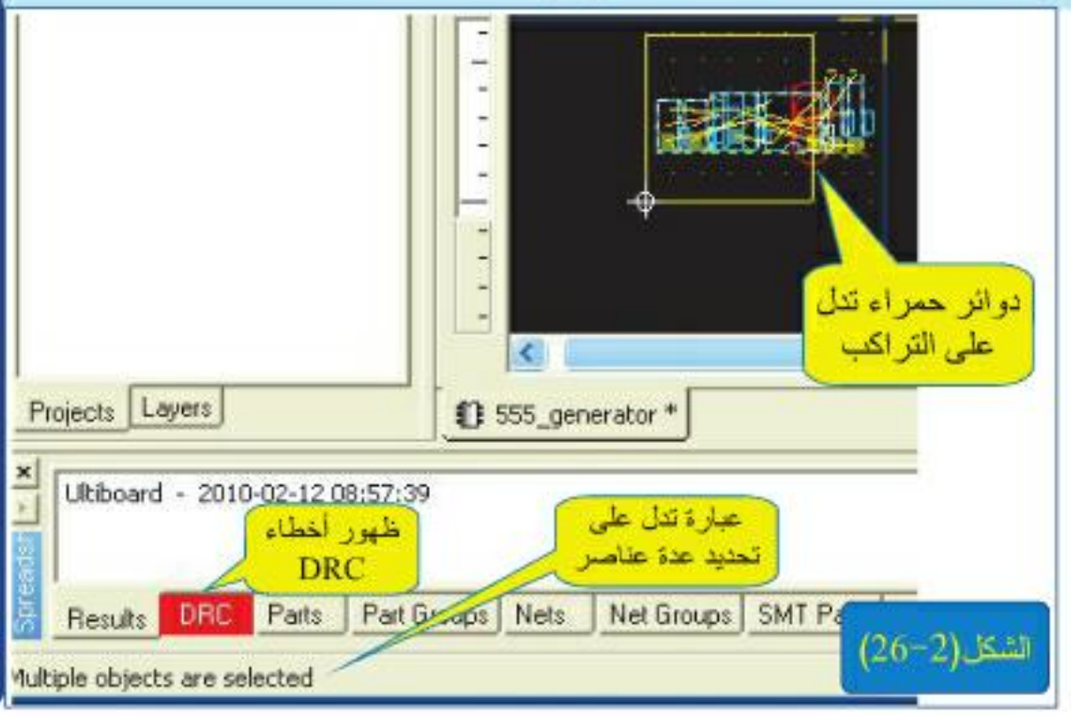
يضم المستطيل العناصر كافة بعدها نقوم بإفلات زر الفأرة اليساري كما يبين الشكل (2-25). ونلاحظ ظهور عبارة "Multiple objects are selected" في شريط الحالة وهي تشير إلى أنه تم تحديد عدة عناصر معاً.

الشكل (2-25)

ب. ننقر داخل مجموعة العناصر التي تم تحديدها بزر الفأرة اليساري، ثم نسحبها إلى داخل مستطيل الدارة الجديد كما يبين الشكل(2-26)، ونلاحظ ظهور دوائر حمراء وتلوّن التبويب "**DRC**" باللون الأحمر ، مما يعني وجود **أخطاء تراكب** حيث تدل هذه الأخطاء على أحد أمرين:

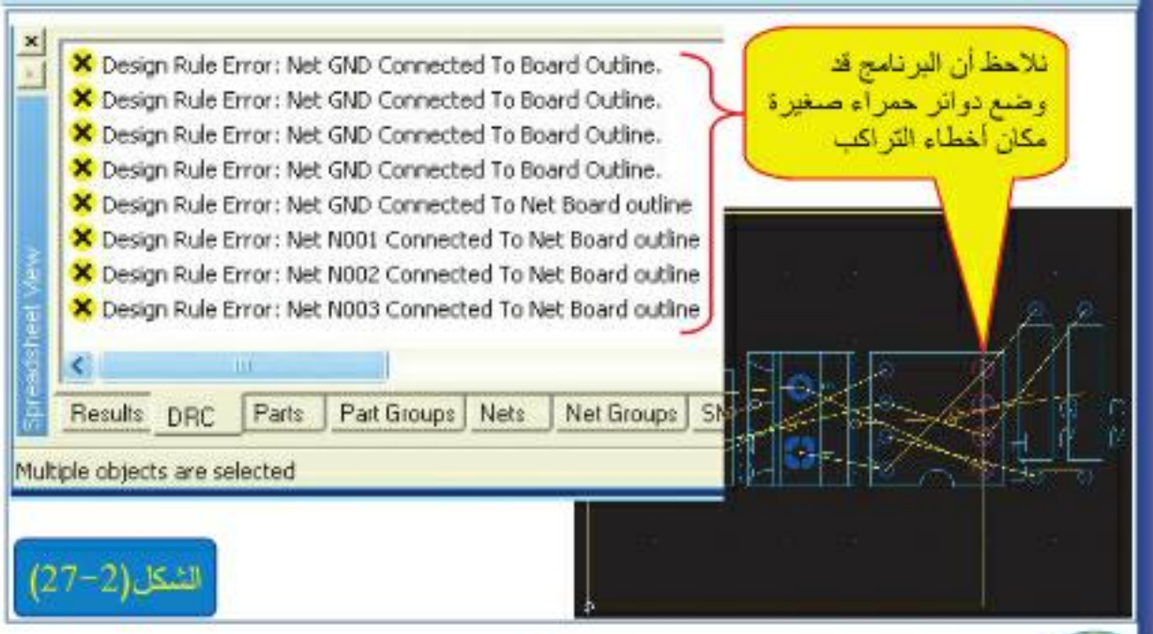
i. أن هناك بعض نقاط التوصيل (Pads) تتراكب على المستطيل المحدد للدارة المطبوعة (Board outline).

ii. أو أن بعض التوصيلات (Net) تتقاطع مع هذا المستطيل.



الشكل (2-26)

لمعرفة تفاصيل هذه الأخطاء نقوم بالنقر على التبويب **DRC**. فتظهر تفاصيل هذه الأخطاء أسفل إطار البرنامج في القسم المخصص لجداول بيانات ملف الدارة **Spreadsheet View** كما يبين الشكل(2-27).



الشكل(2-27)

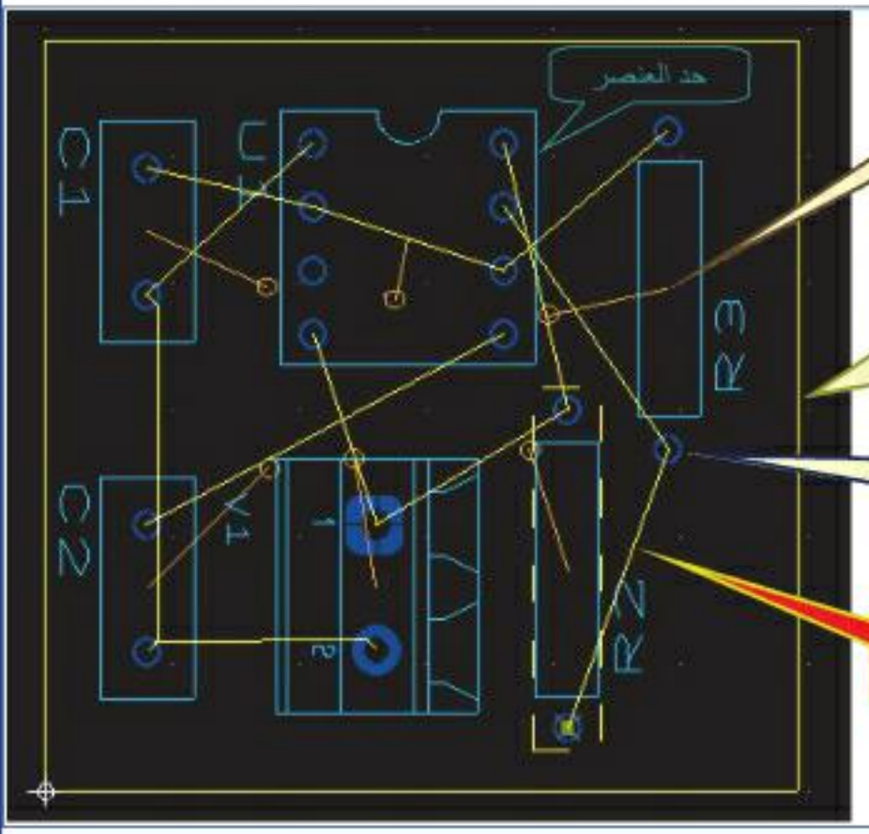
10-2 التوزيع الأفضل لعناصر الدارة

يفضل عند إعادة توزيع العناصر ضمن الدارة المطبوعة مراعاة ما يأتي :

1. الحصول على أقصر الأسلاك.
2. الحصول على أقل تقاطعات بين الأسلاك.
3. أن يكون أماكن أجزاء الدخل والخرج للدارة على محيط الدارة.
4. أن تكون العناصر الحساسة لارتفاع درجات الحرارة (مثل المكثفات الكيميائية) بعيدة عن العناصر التي تصدر حرارة (مثل ترانزستورات الخرج).
5. أن تكون أماكن وصل الدارة بدارات أخرى متناسبة مع شكل هذه الدارات.
6. وضع مكثفات التنعيم (التغذية) أقرب ما يمكن للدارات المتكاملة التي نغذيها.

يمكننا نقل وتحريك كل عنصر على حدة بسهولة ، وذلك بنقر زر الفأرة اليساري داخل حدود العنصر (يفضل النقر على مقبض العنصر) وإبقاء الضغط على الزر اليساري للفأرة

ثم سحب العنصر إلى مكانه المناسب ومن ثم إفلاته بإفلات زر الفأرة اليساري لنحصل في النهاية على الترتيب والتوضع المطلوب كما يبينه الشكل(2-28)



الشكل(2-28)

11-2 دوران العناصر

يمكننا تدوير العنصر كما يلي:

1. نحدد العنصر المطلوب بالنقر عليه ثم إجراء أحد الأمور الآتية:

أ. النقر على زر "دوران مع اتجاه عقارب الساعة"

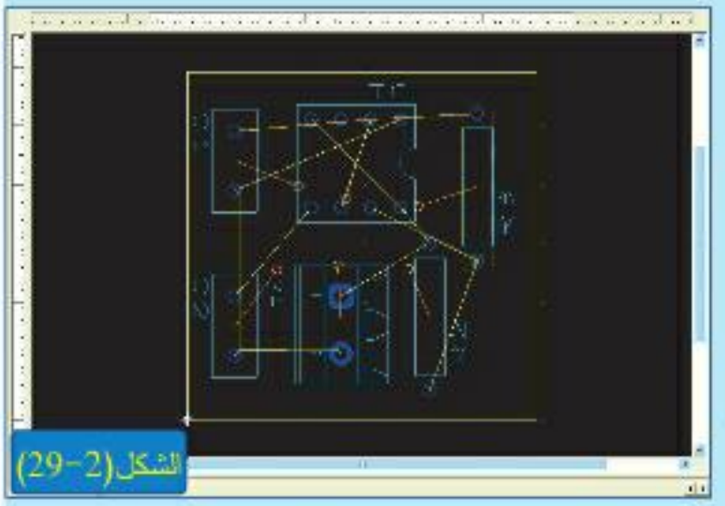
ب. باستخدام اختصار لوحة المفاتيح (Ctrl+R).

ت. النقر على زر "دوران عكس اتجاه عقارب الساعة"

ث. باستخدام اختصار لوحة المفاتيح (Ctrl+Shift+R).

12-2 التحكم بحجم العرض

يمكننا التحكم بحجم العرض للدارة المطبوعة باستخدام أحد الخيارات الآتية:


الشكل(2-29)

- لعرض أو رؤية إطار اللوحة المطبوعة ضمن الاتساع الأعظم الذي تسمح به منطقة العمل دون العناصر المتوضعة خارجه نختار الأمر "Zoom Full" من القائمة "View" أو نستخدم الاختصار (Ctrl+F7) فتبدو الدارة كما يبين الشكل(2-29).
- لعرض ورؤية إطار اللوحة المطبوعة مع العناصر المتوضعة خارجه في أقصى اتساع نضغط على المفتاح الوظيفي F7 .
- يمكننا تكبير العرض باختيار أمر "Zoom In" من القائمة "View" أو بالنقر على المفتاح الوظيفي F8 على لوحة المفاتيح.
- لتصغير العرض نختار الأمر "Zoom Out" من القائمة "View" أو بالنقر على المفتاح الوظيفي F9 على لوحة المفاتيح.
- لتكبير منطقة محددة نلجأ إلى الأمر "Zoom Window" من القائمة "View" أو بالنقر على المفتاح الوظيفي F6 على لوحة المفاتيح.
- يمكننا التحكم بحجم العرض بسهولة نسبياً بتدوير عجلة (دولاب) الفأرة فقط، عندها يتم تكبير أو تصغير حجم العرض ،مع انتقال النقطة التي يتوضع فيها مؤشر الفأرة إلى مركز منطقة العمل.
- يمكننا استخدام شريط الأدوات بسهولة ويسر كما يبين الشكل(2-30).

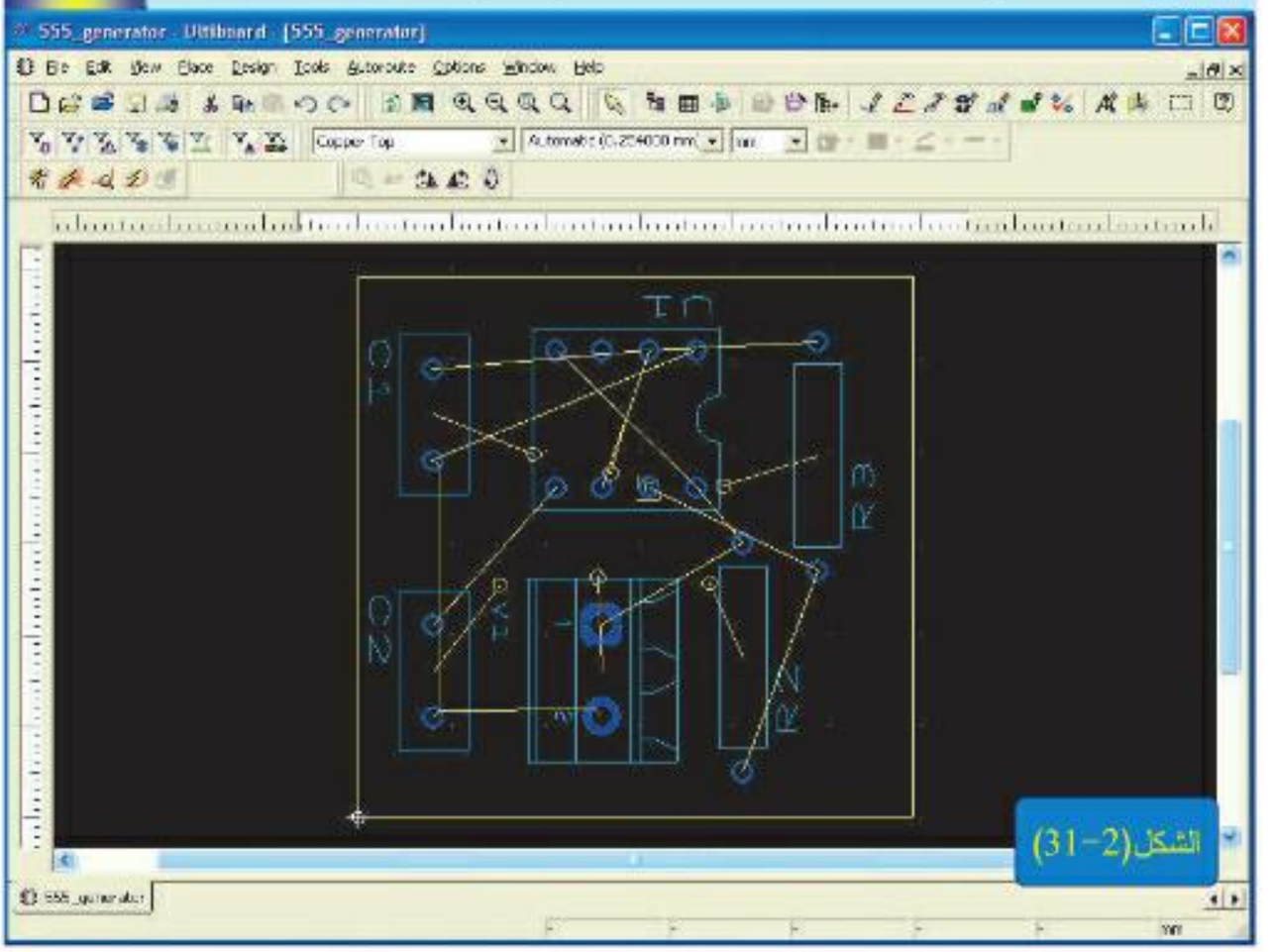
الشكل(2-30)

13-2 الحصول على أكبر مساحة عمل

للحصول على أكبر مساحة عمل نلجأ لأحد الأمرين الآتيين:

1. إخفاء إطار " Design Toolbox " بالنقر على الزر أو باختيار الأمر "Design Toolbox" من القائمة "View".
2. إخفاء الإطار "Spreadsheet view" بالنقر على الزر أو باختيار الأمر "Spreadsheet view" من القائمة "View"

ثم نضغط على المفتاح F7 فتكون النتيجة كما يبين الشكل(2-31).



الشكل(2-31)

14-2 رسم خطوط التوصيل في الدارة المطبوعة (Net To Line)

لرسم خطوط الدارة وتحويل الترابط بين نقاط التوصيل(Nets) في المخطط النظري إلى خطوط التوصيل الفعلية(Lines) أي (Line To Net) نقوم باستخدام إحدى الطرائق الآتية:

1. نقر الزر "Place Line" من شريط الأدوات رئيسي "main" كما يبدو في الشكل(2-32).
2. استخدام الاختصار (Ctrl+Shift+L) من لوحة المفاتيح.
3. نختار الأمر "Line" من القائمة "Place" كما يبدو في الشكل(2-32).

الشكل(2-32)

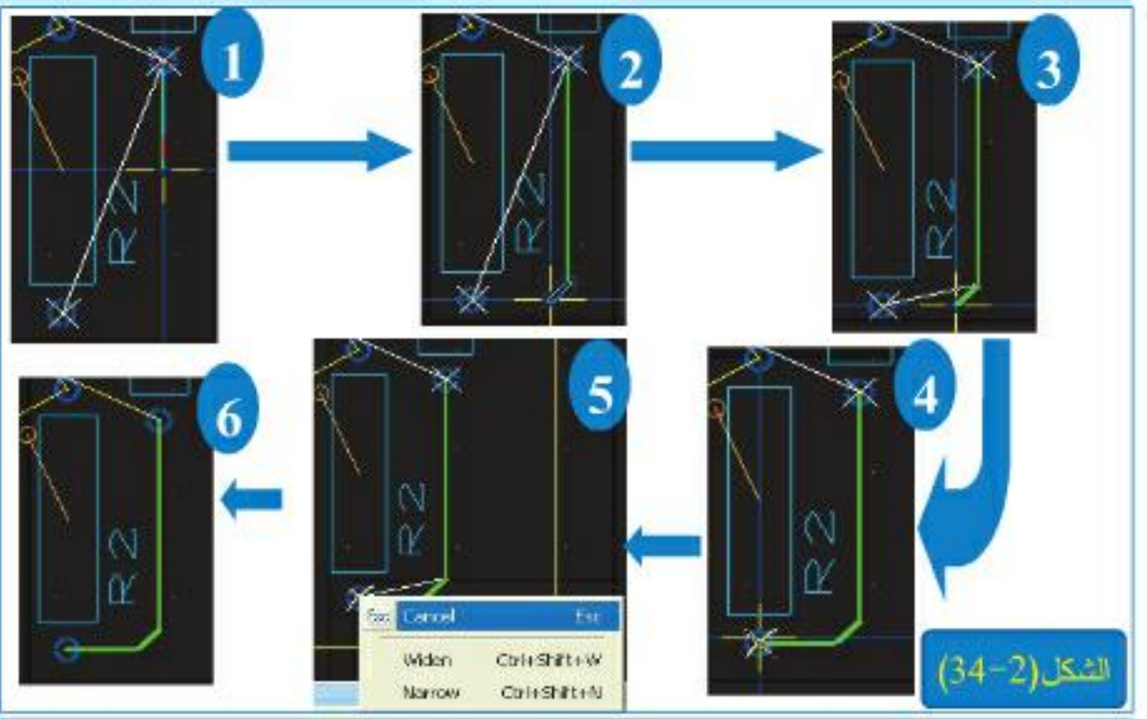
على سبيل المثال سنقوم برسم الخط الذي يصل المقاومتين R_3 و R_4 في الشكل(2-31) السابق بإتباع الخطوات الآتية:

1. ننقر بزر الفأرة الأيسر على نقطة التوصيل Pad للمقاومة R_3 المطلوبة ثم نقوم بسحب مؤشر الفأرة فيرسم البرنامج خطاً أخضر اللون (لأن التحديد الافتراضي لرسم الخطوط هو الطبقة العلوية Copper Top) من هذه النقطة يتبع حركة مؤشر الفأرة أثناء حركتها.
2. لتثبيت الخط عند موضع معين ننقر زر الفأرة الأيسر مرة أخرى في ذاك الموضع، ونلاحظ أن البرنامج يقوم برسم الترابط Net من نهاية الخط الأخضر إلى نقطة التوصيل للمقاومة R_4 كما يبين الشكل (2-33).

الشكل(2-33)

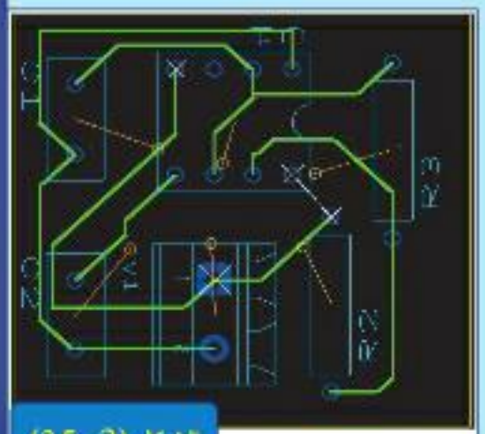
رسم خطوط الدارة المطبوعة

3. نتابع رسم بقية أجزاء الخط وفق المسار الذي نرغب به (بتحريك مؤشر الفأرة والنقر بزرها الأيسر عند نهاية كل جزء من الخط).
4. عندما نصل إلى نقطة التوصيل للمقاومة R_4 ننقر زر الفأرة الأيسر وبعدها ننهي رسم الخط بالضغط على المفتاح Esc من لوحة المفاتيح، أو بنقر زر الفأرة الأيمن واختيار الأمر "Cancel" من القائمة المنسدلة كما يبين الشكل(2-34).



الشكل(2-34)

5. نعيد الخطوات من 1 إلى 4 من أجل كل مسار أو خط.
6. عند نهاية رسم جميع الخطوط تبدو اللوحة المطبوعة كما يبين الشكل(2-35).


الشكل(2-35)

15-2 عرض ثلاثي الأبعاد للدارة المطبوعة 3D preview

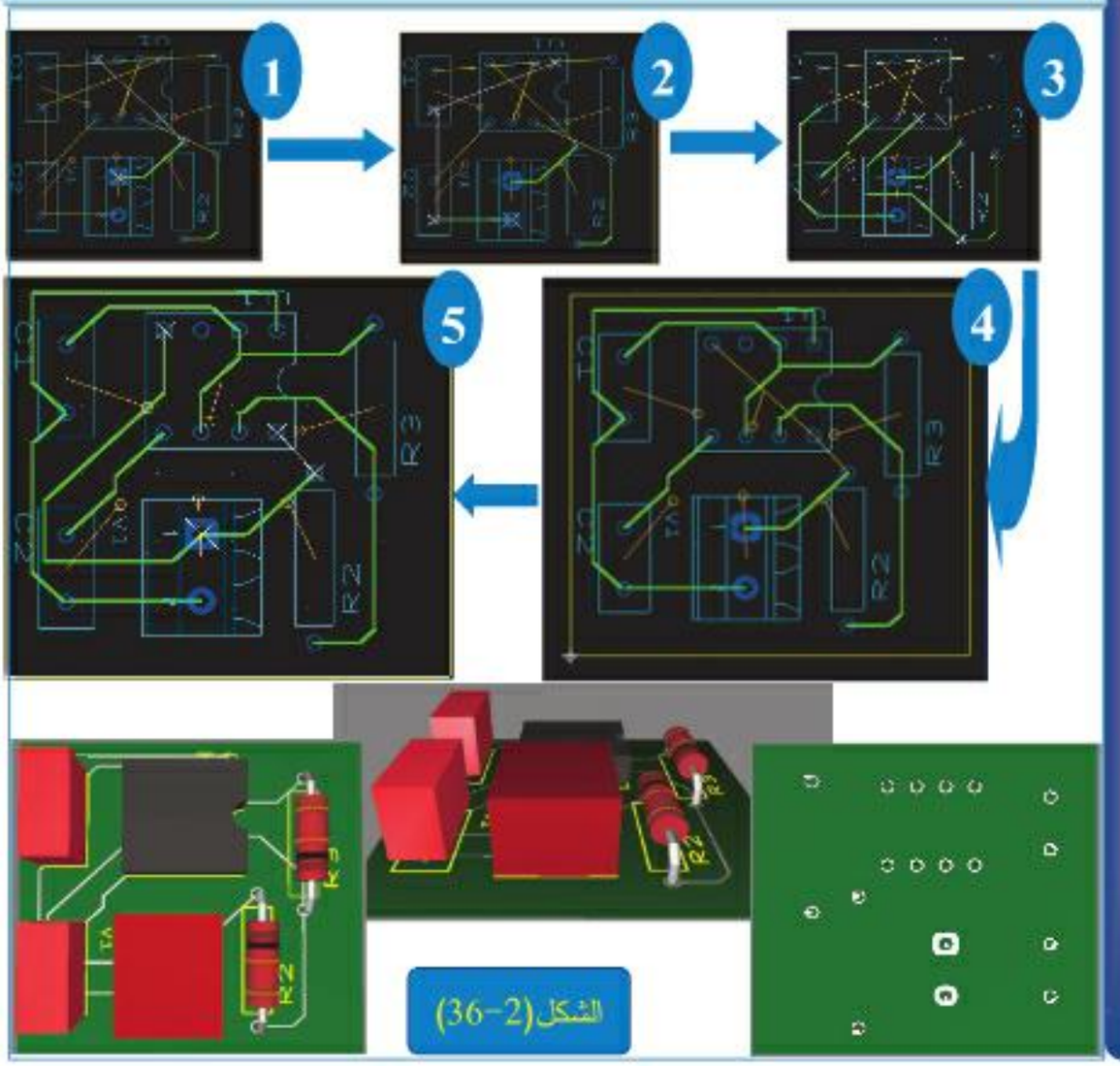
لرؤية منظر ثلاثي الأبعاد للدارة المطبوعة بجميع عناصرها نقوم بأحد الإجراءات الآتية:

أ. نختار الأمر "3D preview" من القائمة "View".

ب. نختار الأمر "3D view" من القائمة "Tools".

بإمكاننا تغيير اتجاه النظر في عرض 3D وتحريك المنظر ثلاثي الأبعاد للدارة المطبوعة بنقر زر الفأرة اليساري على اللوحة المطبوعة ،ثم تحريك الفأرة مع إبقاء النقر حتى نحصل على المنظر المطلوب ثم نفلت زر الفأرة.

يبين الشكل(2-36) مراحل رسم خطوط الدارة لرؤية منظر ثلاثي الأبعاد لها.



الشكل(2-36)

طباعة الدارة المطبوعة Print

16-2

طباعة الدارة المطبوعة print

لطباعة اللوحة المطبوعة يمكننا القيام بإجراء واحد مما يلي :

- اختيار الأمر "Print" من القائمة "File".
- استخدام اختصار لوحة المفاتيح "Ctrl+P".
- نقر الزر "Print" من شريط الأدوات القياسي Standard.

كما يبين الشكل(2-37).

الشكل(2-37)

عندها يظهر لنا إطار طباعة "Print" كما يبين الشكل(2-38).

طباعة الدارة المطبوعة Print

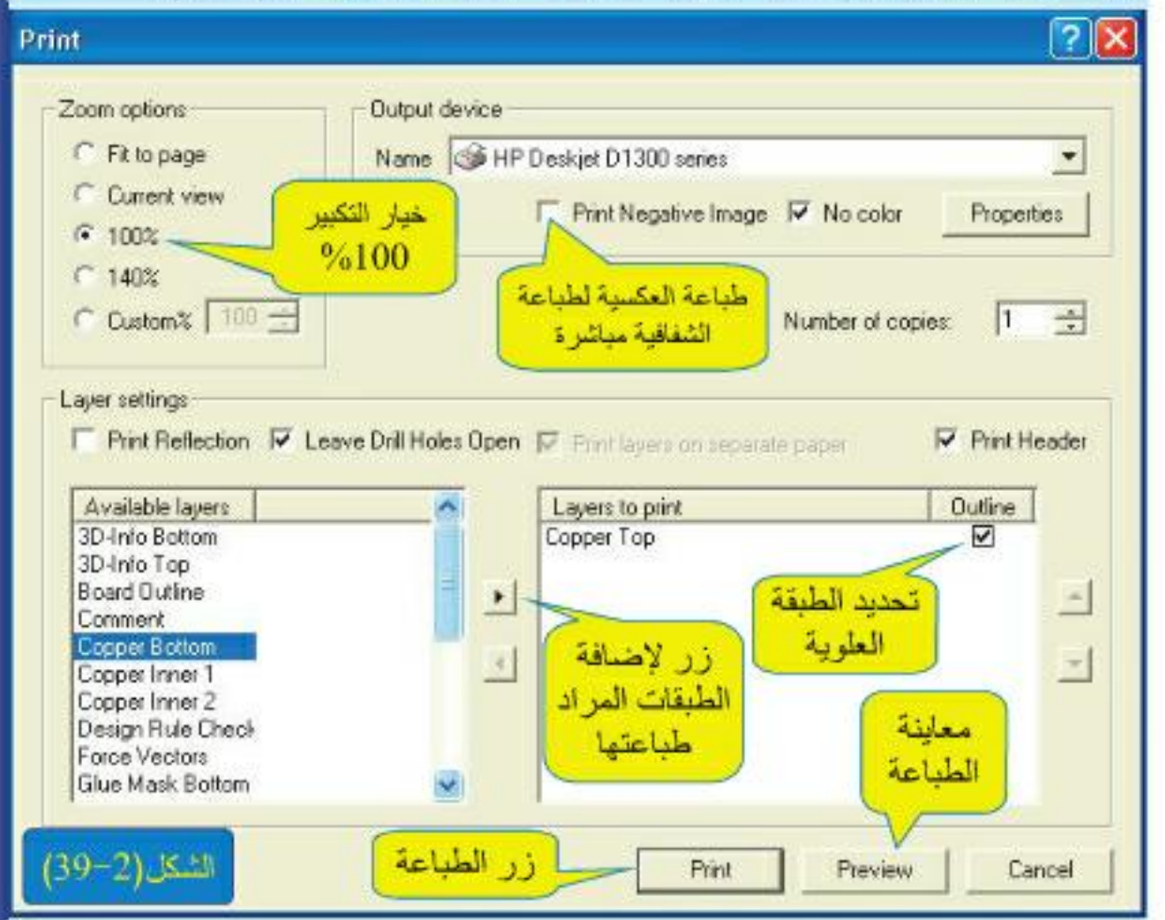
الشكل(2-38)

نحدد الخيارات الآتية في إطار الطباعة :

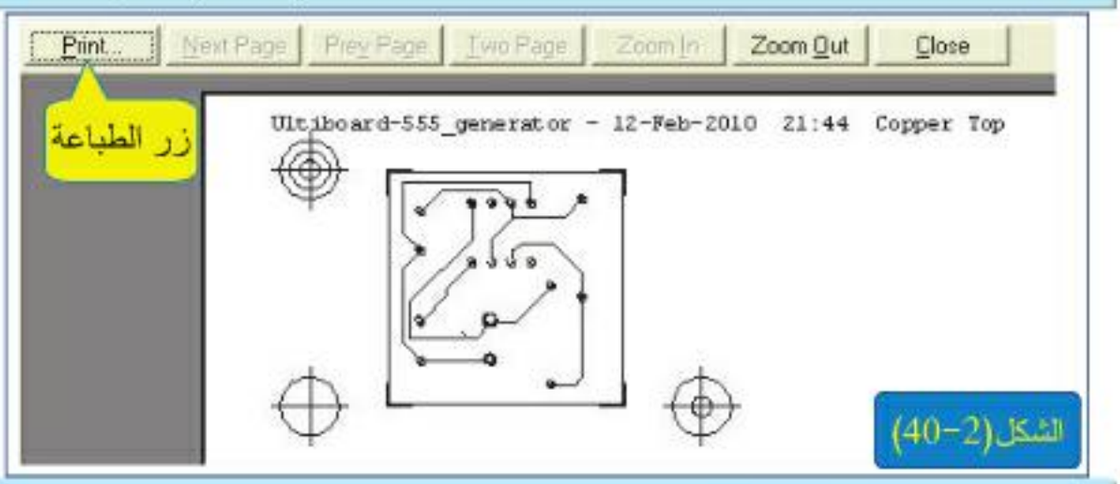
1. الطابعة التي نريد الطباعة بها في الحقل "Output device" من الجزء العلوي من الإطار.
2. خيار دون ألوان "No color" إذا أردنا طباعة الشفافية (نسخة الفيلم الموجبة).
3. الطبقات المطلوب طباعتها "Layers to print" وذلك بتحديدها في جدول الطبقات المتاحة "Available layers" ، ثم نقر زر السهم اليميني فيتم نقلها إلى جدول الطبقات المطلوب طباعتها "Layers to print" .
4. خيار Outline للطبقات التي نريد إظهارها في الطباعة.
5. نسبة التكبير " Zoom options" (على الأغلب نختار نسبة 100%).
6. عدد النسخ "Number of copies" كما نرغب (الافتراضي 1).
7. نبقي بقية الاختيارات على الحالة الافتراضية.

طباعة الدارة المطبوعة Print

8. بعد التأكد من كل الخيارات يبدو لنا إطار الطباعة كما يبين الشكل(2-39).



9. ننقر الزر "Preview" لرؤية ومعاينة صفحة الطباعة كما في الشكل(2-40).



10. ننقر الزر طباعة "Print".

17-2 مشاكل محتملة في صنع اللوحة المطبوعة

أولاً: عدم إتمام عملية التصوير الضوئي

الحل: نزيد وقت التعرض للأشعة فوق البنفسجية بمقدار (30 ثانية) في كل مرة للحصول على النتيجة الصحيحة.

ثانياً: عدم توفر المادة الحساسة للضوء أو عدم توفر مادة الفيبر الحساس للضوء.

الحل: نلجأ إلى رسم التوصيلات على طبقة النحاس بشكل يدوي باستخدام قلم فلوماستير.

ثالثاً: عدم إتمام عملية الحفر بشكل جيد.

الحل:

10. زيادة مدة عملية الحفر بمقدار عشر دقائق في كل مرة.
11. رفع درجة حرارة المحلول الحمضي قليلاً.
12. زيادة كثافة المحلول (كلور الحديد).
13. استبدال المحلول الحمضي بمحلول آخر جديد.

رابعاً: عملية اللحام غير جيدة.

الحل:

1. تنظيف جيد للفيبر.
2. تنظيف رأس الكاوي.
3. استخدام مادة تحسين السيولة (فلاكس) مع مادة اللحام.
4. تغيير مادة اللحام القصديري بنوعية أفضل تحوي نسبة أعلى من القصدير.

التدريبات العملية
على
رسم وتنفيذ الدارات المطبوعة

بطاقة تمرين عملي

التمرين الأول: رسم الدارة المطبوعة لمكبر باستخدام تشكيلة دارلنغتون	الزمن: 3 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

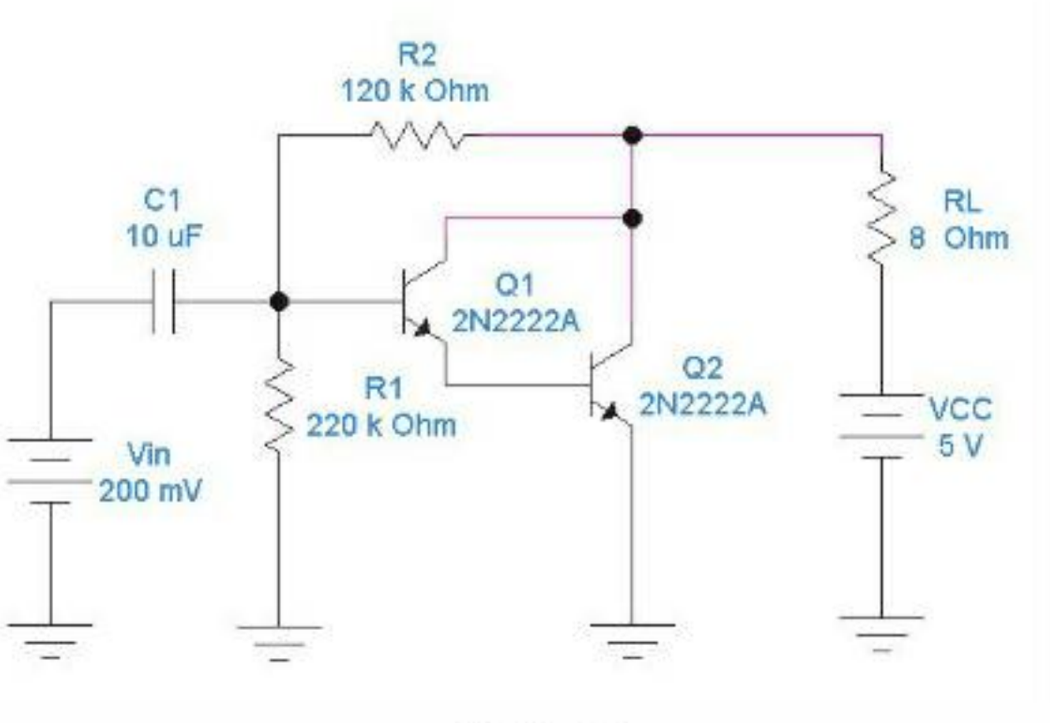
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يرسم الدارة ويصل بين العناصر ويحفظ الملف.
3. يحدد الطبقات المطلوب طباعتها ثم يطبعها على شفافية.
4. يقوم بإجراء عملية الحفر الكيميائي (التحميض).
5. يثقب الدارة المطبوعة ويثبت العناصر عليها ويقوم بلحامها.
6. يقوم باختبار الدارة المطبوعة.

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج Ultiboard، طابعة، مخبر دارات مطبوعة.

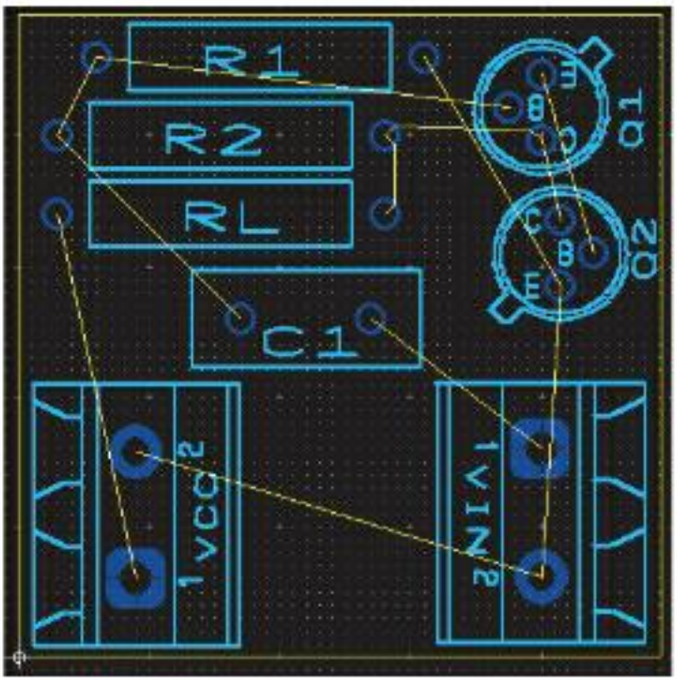
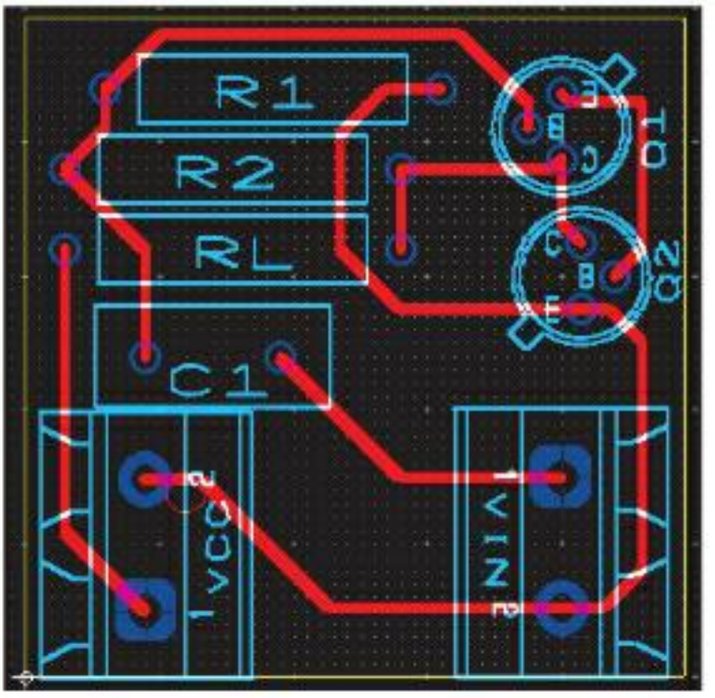
معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم Ultiboard.
- فتح ملف الدارة حسب تعليمات البرنامج.
- تطبيق إجراءات السلامة المهنية وبيئة العمل حسب تعليمات مكان العمل.
- تحديد عرض خط الرسم حسب المخطط العملي للدارة.
- تحديد واحدة القياس بواحدة الملم.
- ترتيب العناصر للحصول على المساحة الأصغر والشكل الأفضل للدارة.
- رسم الدارة حسب مخطط الدارة.
- طباعة الدارة على الشفافية حسب تعليمات البرنامج.
- توصيل العناصر حسب مخطط الدارة الإلكتروني.
- رسم الدارة على الفيبر حسب تعليمات صنع الدارة المطبوعة.
- تحميض الدارة (الحفر الضوئي) حسب تعليمات عملية التحميض.
- تثقيب الدارة المطبوعة حسب المخطط العملي للدارة.
- تركيب العناصر مع مراعاة قطبية العناصر حسب مخطط الدارة.
- اختبار الدارة حسب التعليمات الخاصة بالدارة.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(2-41).	 الشكل(2-41)
4	احفظ ملف الدارة باسم "amp_dar" ثم صدره إلى برنامج Ultiboard بإحدى الصيغ الآتية: EWBLayout [*.NET] أو EWBLayout [*.PLC] أو Ultimate [*.PLC]	
5	شغل برنامج Ultiboard	
6	افتح ملف الدارة الذي قمت بتصديره في الخطوة 4.	
7	حدد أبعاد اللوحة المطبوعة بـ (25x35 mm) وعرض الخط بمقدار 0.8 mm .	

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
8	أعد ترتيب ووضع العناصر على الدارة كما في الشكل(2-42).	 الشكل(2-42)
9	ارسم الدارة كما بالشكل(2-43).	 الشكل(2-43)

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم		
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
10	اطبع الدارة على ورق شفاف	
11	غط الطبقة النحاسية بالمادة الحساسة للضوء	
12	ضع الورق الشفاف على الطبقة الحساسة بالشكل الصحيح	
13	عرّض اللوحة للضوء لمدة 10 دقائق.	
14	أزل (غسل) الطبقة الحساسة غير المعرضة للضوء.	
15	ضع اللوحة في المادة الحمضية لمدة 30 دقيقة	
16	أغسل اللوحة من الحمض بوساطة الماء لإزالة آثار الحمض.	
17	ثقب اللوحة المطبوعة.	
18	ثبت العناصر.	
19	الحم العناصر.	
20	جرب الدارة.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك العمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل 'غير قابل للتطبيق'.

الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كل من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			
5	تشغيل برنامج Ultiboard			
6	فتح ملف الدارة الذي قمت بتصديره في الخطوة 4.			
7	تحديد أبعاد اللوحة المطبوعة بـ (25x35 mm) وعرض الخط بمقدار 0.8 mm .			
8	إعادة ترتيب ووضع العناصر على الدارة المطبوعة.			
9	رسم الدارة المطبوعة.			
10	طباعة الدارة على ورق شفاف			
11	تغطية الطبقة النحاسية بالمادة الحساسة للضوء			
12	وضع الورق الشفاف على الطبقة الحساسة بالشكل الصحيح			
13	تعريض اللوحة للضوء لمدة 10 دقائق.			
14	إزالة (غسل) الطبقة الحساسة غير المعرضة للضوء.			

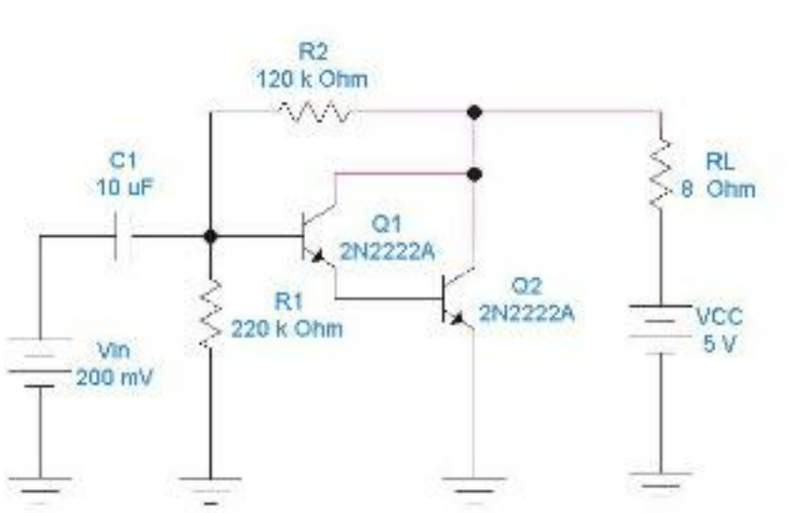
تتمة التقييم الذاتي				
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
15	وضع اللوحة في المادة الحمضية لمدة 30 دقيقة			
16	غسيل اللوحة من الحمض بوساطة الماء لإزالة آثار الحمض.			
17	تثقيب اللوحة المطبوعة.			
18	تثبيت العناصر.			
19	لحام العناصر.			
20	تجريب الدارة.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- رسم الدارة المطبوعة لمكبر باستخدام تشكيلة دارلنغتون.
- طباعة الدارة المطبوعة وصنع الشفافية.
- إجراء الحفر بالحمض للدارة المطبوعة.
- تنفيذ اللوحة المطبوعة (تثقيب وتثبيت العناصر).
- اختبار الدارة المطبوعة.

مخطط الدارة



المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج Ultiboard، طابعة، مخبر دارات مطبوعة.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 3 ساعة

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

1. التأكد من صلاحية الحاسب.
2. رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
3. تصدير الملف.
4. فتح الملف ببرنامج Ultiboard وتحديد أبعاد الدارة المطبوعة وعرض خط الرسم.
5. طباعة الدارة وصنع الشفافية.
6. إجراء النسخ الضوئي والحفر بوساطة الحمض.
7. تثقيب الدارة وتثبيت ولحام العناصر عليها.
8. تجريب الدارة المطبوعة.
9. التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.

بطاقة تمرين عملي

التمرين الثاني: رسم الدارة المطبوعة لمذبذب باستخدام 555	الزمن: 3 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

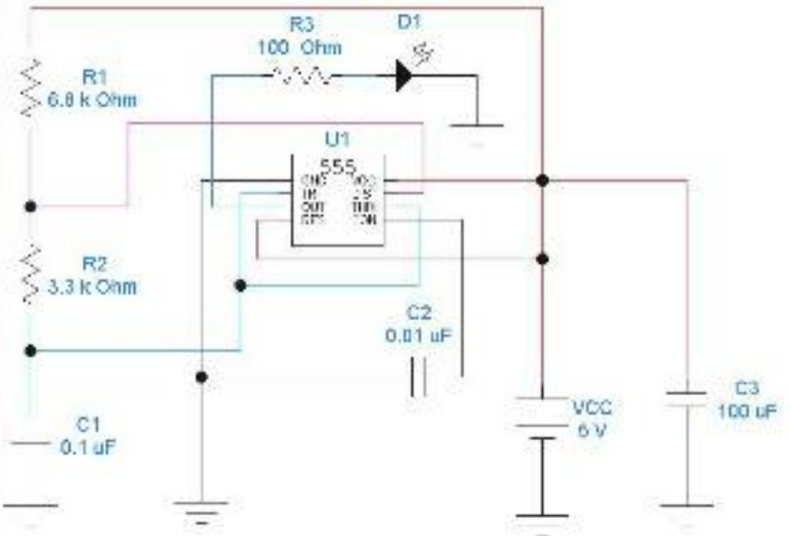
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يرسم الدارة ويصل بين العناصر ويحفظ الملف.
3. يحدد الطبقات المطلوب طباعتها ثم يطبعها على شفافية.
4. يقوم بإجراء عملية الحفر الكيميائي (التحميض).
5. يثقب الدارة المطبوعة ويثبت العناصر عليها ويقوم بلحامها.
6. يقوم باختبار الدارة المطبوعة.

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج Ultiboard، طابعة، مخبر دارات مطبوعة.

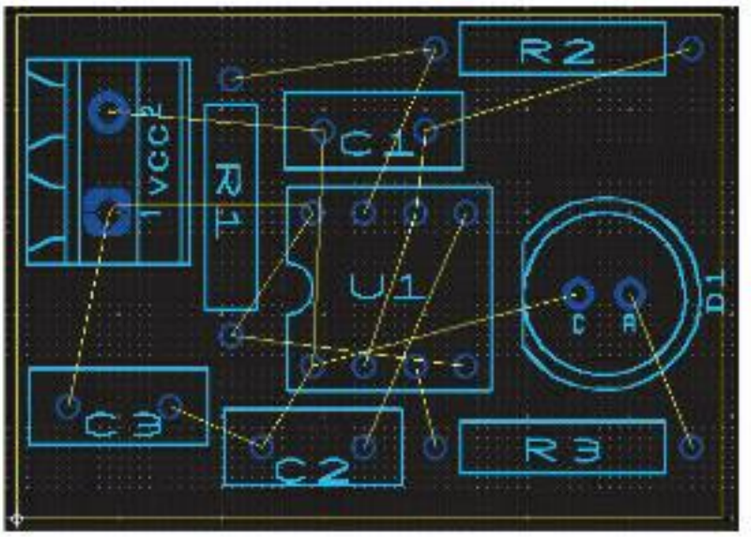
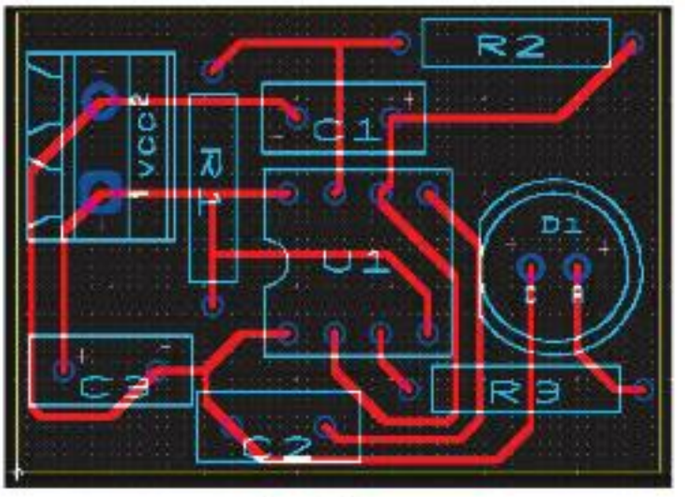
معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم Ultiboard.
- فتح ملف الدارة حسب تعليمات البرنامج.
- تطبيق إجراءات السلامة المهنية وبيئة العمل حسب تعليمات مكان العمل.
- تحديد عرض خط الرسم حسب المخطط العملي للدارة.
- تحديد واحدة القياس بواحدة الملم.
- ترتيب العناصر للحصول على المساحة الأصغر والشكل الأفضل للدارة.
- رسم الدارة حسب مخطط الدارة.
- طباعة الدارة على الشفافية حسب تعليمات البرنامج.
- توصيل العناصر حسب مخطط الدارة الإلكتروني.
- رسم الدارة على الفيبر حسب تعليمات صنع الدارة المطبوعة.
- تحميض الدارة (الحفر الضوئي) حسب تعليمات عملية التحميض.
- تثقيب الدارة المطبوعة حسب المخطط العملي للدارة.
- تركيب العناصر مع مراعاة قطبية العناصر حسب مخطط الدارة.
- اختبار الدارة حسب التعليمات الخاصة بالدارة.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(2-44).	 الشكل(2-44)
4	احفظ ملف الدارة باسم "OS_555" ثم صدره إلى برنامج Ultiboard بإحدى الصيغ الآتية: EWBLayout [*.NET] أو EWBLayout [*.PLC] أو Ultimate [*.PLC]	
5	شغل برنامج Ultiboard	
6	افتح ملف الدارة الذي قمت بتصديره في الخطوة 4.	
7	حدد أبعاد اللوحة المطبوعة بـ (25x35 mm) وعرض الخط بمقدار 0.8 mm .	

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
8	أعد ترتيب ووضع العناصر على الدارة كما في الشكل(2-45).	 الشكل(2-45)
9	ارسم الدارة كما بالشكل(2-46)	 الشكل(2-46)
10	اطبع الدارة على ورق شفاف	
11	غطّ الطبقة النحاسية بالمادة الحساسة للضوء	
12	ضع الورق الشفاف على الطبقة الحساسة بالشكل الصحيح	

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم		
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
13	عرض اللوحة للضوء لمدة 10 دقائق.	
14	أزل (غسل) الطبقة الحساسة غير المعرضة للضوء.	
15	وضع اللوحة في المادة الحمضية لمدة 30 دقيقة	
16	اغسل اللوحة من الحمض بوساطة الماء لإزالة آثار الحمض.	
17	ثقب اللوحة المطبوعة.	
18	ثبت العناصر.	
19	الحم العناصر.	
20	جرب الدارة.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

1. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك العمل.
2. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.
3. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل "غير قابل للتطبيق".

الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			
5	تشغيل برنامج Ultiboard			
6	فتح ملف الدارة الذي قمت بتصديره في الخطوة 4.			
7	تحديد أبعاد اللوحة المطبوعة بـ (25x35 mm) وعرض الخط بمقدار 0.8 mm .			
8	إعادة ترتيب ووضع العناصر على الدارة المطبوعة.			
9	رسم الدارة المطبوعة.			
10	طباعة الدارة على ورق شفاف			
11	تغطية الطبقة النحاسية بالمادة الحساسة للضوء			
12	وضع الورق الشفاف على الطبقة الحساسة بالشكل الصحيح			
13	تعريض اللوحة للضوء لمدة 10 دقائق.			
14	إزالة (غسل) الطبقة الحساسة غير المعرضة للضوء.			

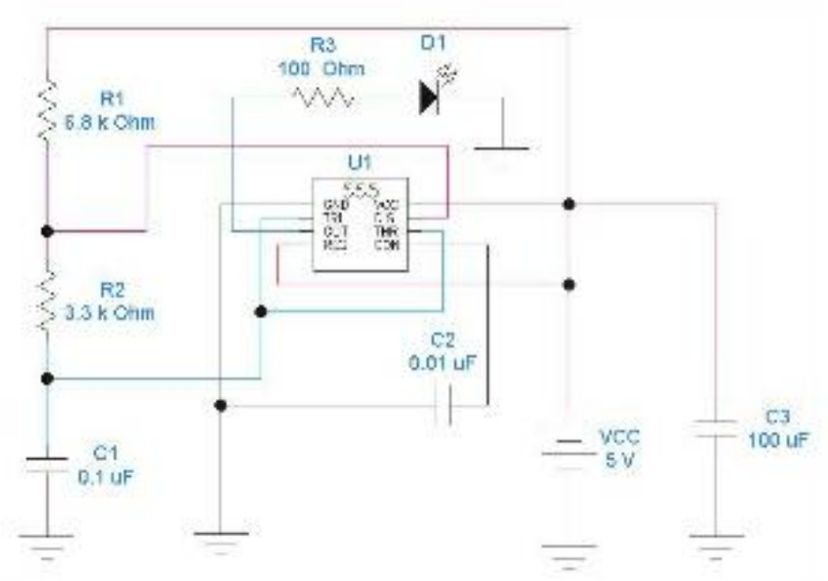
تتمة التقييم الذاتي				
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
15	وضع اللوحة في المادة الحمضية لمدة 30 دقيقة			
16	غسيل اللوحة من الحمض بوساطة الماء لإزالة آثار الحمض.			
17	تثقيب اللوحة المطبوعة.			
18	تثبيت العناصر.			
19	لحام العناصر.			
20	تجريب الدارة.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- رسم الدارة المطبوعة لمكبر باستخدام تشكيلة دارلنغتون.
- طباعة الدارة المطبوعة وصنع الشفافية.
- إجراء الحفر بالحمض للدارة المطبوعة.
- تنفيذ اللوحة المطبوعة (تثقيب وتثبيت العناصر).
- اختبار الدارة المطبوعة.

مخطط الدارة



المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج Ultiboard، طابعة، مخبر دارات مطبوعة.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 3 ساعات

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- تصدير الملف.
- فتح الملف ببرنامج Ultiboard وتحديد أبعاد الدارة المطبوعة وعرض خط الرسم.
- طباعة الدارة وصنع الشفافية.
- إجراء النسخ الضوئي والحفر بوساطة الحمض.
- تثقيب الدارة وتثبيت ولحام العناصر عليها.
- تجريب الدارة المطبوعة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.

بطاقة تمرين عملي

التمرين الثالث: رسم الدارة المطبوعة لمكبر صوتي.	الزمن: 3 ساعة

الأهداف الأدائية للتمرين:

يجب أن يصبح المتدرب قادراً على أن :

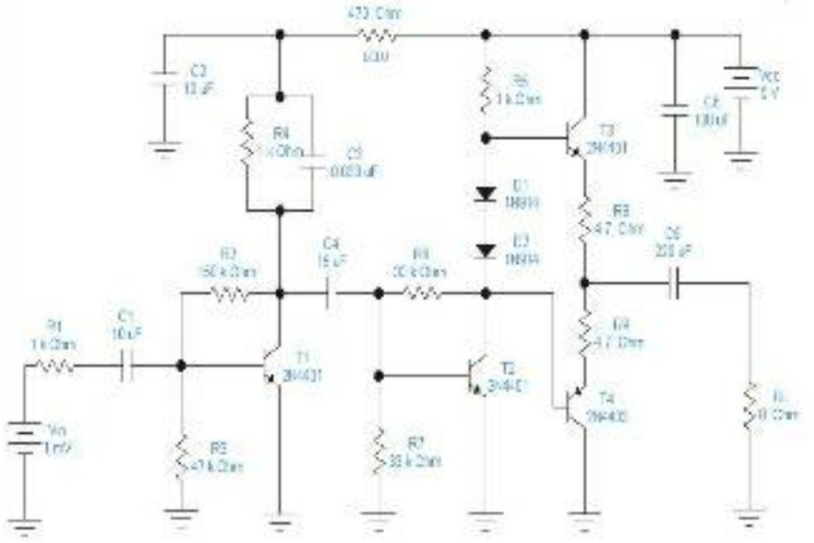
1. يقوم بتشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.
2. يرسم الدارة ويصل بين العناصر ويحفظ الملف.
3. يحدد الطبقات المطلوب طباعتها ثم يطبعها على شفافية.
4. يقوم بإجراء عملية الحفر الكيميائي (التحميض).
5. يثقب الدارة المطبوعة ويثبت العناصر عليها ويقوم بلحامها.
6. يقوم باختبار الدارة المطبوعة.

المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج Ultiboard، طابعة، مخبر دارات مطبوعة.

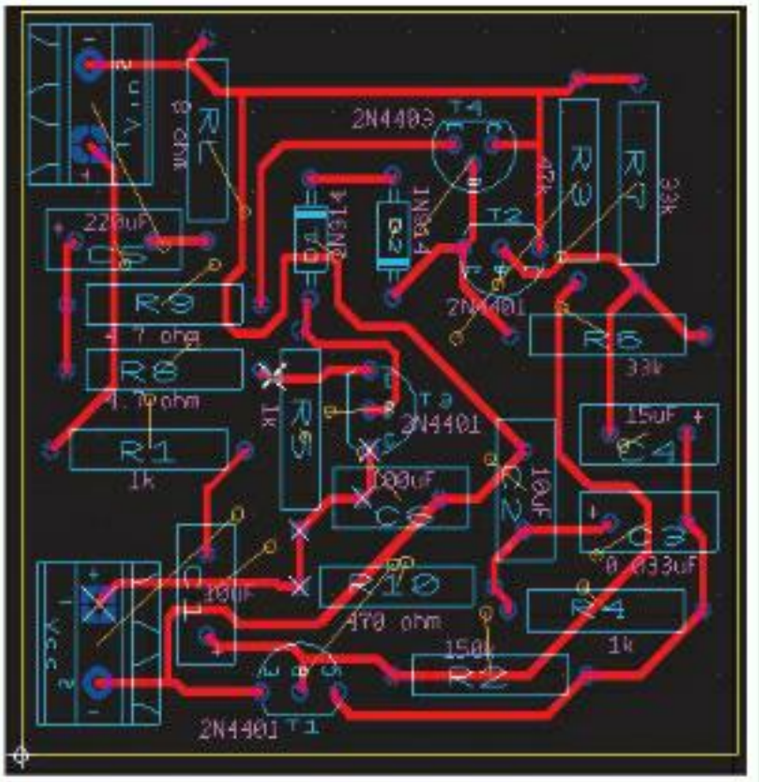
معايير الأداء:

- تشغيل الحاسب وبرنامج الرسم Ultiboard.
- فتح ملف الدارة حسب تعليمات البرنامج.
- تطبيق إجراءات السلامة المهنية وبيئة العمل حسب تعليمات مكان العمل.
- تحديد عرض خط الرسم حسب المخطط العملي للدارة.
- تحديد واحدة القياس بواحدة الملم.
- ترتيب العناصر للحصول على المساحة الأصغر والشكل الأفضل للدارة.
- رسم الدارة حسب مخطط الدارة.
- طباعة الدارة على الشفافية حسب تعليمات البرنامج.
- توصيل العناصر حسب مخطط الدارة الإلكتروني.
- رسم الدارة على الفيبر حسب تعليمات صنع الدارة المطبوعة.
- تحميض الدارة (الحفر الضوئي) حسب تعليمات عملية التحميض.
- تثقيب الدارة المطبوعة حسب المخطط العملي للدارة.
- تركيب العناصر مع مراعاة قطبية العناصر حسب مخطط الدارة.
- اختبار الدارة حسب التعليمات الخاصة بالدارة.

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
1	تقيد بتعليمات السلامة المهنية.	
2	شغّل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.	
3	ارسم الدارة المبيّنة في الشكل(2-47).	 الشكل(2-47)
4	احفظ ملف الدارة باسم "AMP_S" ثم صدره إلى برنامج Ultiboard بإحدى الصيغ الآتية: EWBLayout [*.NET] أو EWBLayout [*.PLC] أو Ultimate [*.PLC]	
5	شغل برنامج Ultiboard	
6	افتح ملف الدارة الذي قمت بتصديره في الخطوة 4.	
7	حدد أبعاد اللوحة المطبوعة بـ (50x50 mm) وعرض الخط بمقدار 0.8 mm .	

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم

الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	الرسم التوضيحي
8	أعد ترتيب ووضع العناصر على الدارة ورسم الدارة كما بالشكل (2-48).	 الشكل(2-48)
9	اطبع الدارة على ورق شفاف	
10	غطّ الطبقة النحاسية بالمادة الحساسة للضوء	
11	ضع الورق الشفاف على الطبقة الحساسة بالشكل الصحيح	
12	عرّض اللوحة للضوء لمدة 10 دقائق.	
13	أزل (غسل) الطبقة الحساسة غير المتعرضة للضوء.	
14	ضع اللوحة في المادة الحمضية لمدة 30 دقيقة	
15	اغسل اللوحة من الحمض بوساطة الماء لإزالة آثار الحمض.	

خطوات الأداء، والنقاط الحاكمة، والرسم		
الرقم	الخطوة والنقطة الحاكمة	
16	ثقب اللوحة المطبوعة.	
17	ثبت العناصر.	
18	الحم العناصر.	
19	جرب الدارة.	

التقييم الذاتي

تعليمات للمتدرب

١. استخدم دليل تقييم الأداء هذا كدليل إرشادي بعد تنفيذك العمل.

٢. كي تجتاز هذا التمرين بنجاح يجب تأشير جميع الخطوات الواردة بكلمة "نعم"، ما عدا الخطوات التي لا يمكن تطبيقها.

٣. إذا كانت هناك خطوة لا يمكن تطبيقها، فضع مقابلها إشارة X في الحقل 'غير قابل للتطبيق'.

الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
1	التقيد بتعليمات السلامة المهنية.			
2	تشغيل كلاً من الحاسب وبرنامج EWB.			
3	رسم الدارة.			
4	حفظ ملف الدارة ثم تصديره إلى برنامج Ultiboard.			
5	تشغيل برنامج Ultiboard			
6	فتح ملف الدارة الذي قمت بتصديره في الخطوة 4.			
7	تحديد أبعاد اللوحة المطبوعة بـ (25x35 mm) وعرض الخط بمقدار 0.8 mm .			
8	إعادة ترتيب ووضع العناصر على الدارة المطبوعة ورسم الدارة المطبوعة.			
9	طباعة الدارة على ورق شفاف			
10	تغطية الطبقة النحاسية بالمادة الحساسة للضوء			
11	وضع الورق الشفاف على الطبقة الحساسة بالشكل الصحيح			
12	تعريض اللوحة للضوء لمدة 10 دقائق.			
13	إزالة (غسل) الطبقة الحساسة غير المعرضة للضوء.			

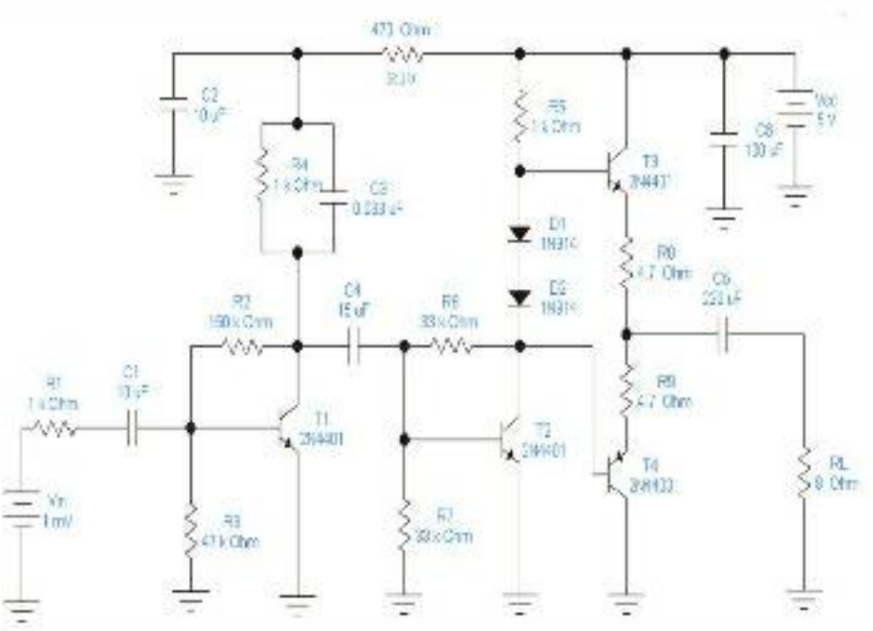
تتمة التقييم الذاتي				
الرقم	خطوات الأداء المطلوبة	نعم	لا	غير قابل للتطبيق
14	غسيل اللوحة من الحمض بوساطة الماء لإزالة آثار الحمض.			
15	تثقيب اللوحة المطبوعة.			
16	تثبيت العناصر.			
17	لحام العناصر.			
18	تجريب الدارة.			

الاختبار العملي

الأداء المطلوب في الاختبار العملي:

- رسم الدارة المطبوعة لمكبر باستخدام تشكيلة دارلنغتون.
- طباعة الدارة المطبوعة وصنع الشفافية.
- إجراء الحفر بالحمض للدارة المطبوعة.
- تنفيذ اللوحة المطبوعة (تثقيب وتثبيت العناصر).
- اختبار الدارة المطبوعة.

مخطط الدارة



المواد والأدوات والتجهيزات: حاسوب، برنامج Ultiboard، طابعة، مخبر دارات مطبوعة.

الزمن اللازم لإنجاز الاختبار: 3 ساعات

إرشادات للطالب: سيتم تقييم الأداء في ضوء المعايير الآتية:

- التأكد من صلاحية الحاسب.
- رسم الدارة حسب المخطط الإلكتروني.
- تصدير الملف.
- فتح الملف ببرنامج Ultiboard وتحديد أبعاد الدارة المطبوعة وعرض خط الرسم.
- طباعة الدارة وصنع الشفافية.
- إجراء النسخ الضوئي والحفر بوساطة الحمض.
- تثقيب الدارة وتثبيت ولحام العناصر عليها.
- تجريب الدارة المطبوعة.
- التقيد بتعليمات السلامة والصحة المهنية.

قائمة المصطلحات

about	حول
activate	ينشط
adder	جامع
align	محاذاة
all	كل
analog	تماثلي
analysis	تحليل
annotate	يذيل/ يضع حاشية
area	مساحة
arrange	يرتب/ ينظم
automatically	آلياً
autoplacement	توضع آلي (إعادة وضع العناصر آلياً)
autoroute	رسم المسارات آلياً
available	متاح / متوفر
bar	شريط
basic	رئيسي/ أساسي
between	بين
bin	وعاء/ حاوية
bitmap	صورة نقطية

قائمة المصطلحات

block	كتلة / صندوق
board	لوح / قطعة الدارة
bottom	أسفل
buzzer	جرس كهربائي
cancel	يلغي
capability	قابلية
capture	يلتقط
cascade	شاشات تصطف خلف بعضها/ تعاقب
change	يغيّر / يبدّل
check	فحص / ضبط
choose	يختار
circuit	دارة
clearance	خلوص / المسافة المسموح بها بين خطين
clipboard	الحافظة
close	إغلاق
common	عام / شائع / مشترك
component	عنصر/ مكون
connection	اتصال
control	تحكم

قائمة المصطلحات

converter	مبدل
copper	نحاس
copy	نسخ
create	إنشاء
crystal	بلورة
cut	قص
default	افتراضي / (قيمة افتراضية)
density	كثافة
description	وصف
deselect	رفض/ عدم اختيار
deselect all	رفض الكل / عدم اختيار الكل
design	تصميم
device	أداة
differentiate	يفرق / يميز
digital	رقمي
dimension	قياس/ بعد
diode	ثنائي
display	إظهار
distortion	تشويه / انحراف

قائمة المصطلحات

divider	مقسم
dual	ثنائي / مزدوج
during	خلال / أثناء
edit	تحرير
encoder	مُرمّز
exit	خروج
export	تصدير
file	ملف
fine	جيد / دقيق
flip	نقرة / يقلب
flip-flop	قلاب
follow	يتبع
forward	للأمام / يرسل
frequency	تردد
function	وظيفة / تابع
function generator	مولد تابع
fuse	فاصمة منصهرة
gain	ربح

قائمة المصطلحات

gate	بوابة
graphic	رسم بياني / تخطيط
graphs	يرسم
grid	شبكة
group	يجمّع / مجموعة
half	نصف
half-adder	نصف جامع
help	مساعدة
High / higher	عال/ أعلى
hole	ثقب
horizontal	أفقي
ideal	مثالي
import	استيراد
index	فهرس
indicator	مؤشر
information	معلومات
inner	داخلي
install	تنصيب
instruments	أدوات / وسائل / أجهزة

قائمة المصطلحات

jumper	سلك وصل / وصلة
keeping	إبقاء
limiter	محدد
logic	منطق
logic analyzer	محلل منطقي
Low/lower	منخفض / أخفض
magnitude	اتساع
main	أساسي / رئيسي
measure	مقياس/يقيس
menu	قائمة
miscellaneous	تنوع/متنوع
mixed	ممزوج
model	نموذج
monostable	وحيد استقرار
multimeter	مقياس متعدد الوظائف
multiplexer	مجمع
multiplier	ضارب
name	اسم
net	شبكة

قائمة المصطلحات

netlist	لائحة الوصلات بين العناصر
new	جديد
noise	ضجيج
Opamp	مكبر عمليات
open	فتح
operating	تشغيل
optimization	تحسين مثالي إلى أبعد حد
options	خيارات
orientation	توجيه
oscilloscope	راسم إشارة
outline	الإطار / الخط المحيط / الحد الخارجي للدارة
parameter	ثابت / معامل
part	جزء
paste	لصق
patent	براءة اختراع / امتياز / ترخيص
pause	توقف

قائمة المصطلحات

PCB	الدارة المطبوعة
place	يضع / موضع
point	نقطة
preview	استعراض
print	طباعة
problems	مشاكل
project	مشروع
properties	خصائص
question	سؤال / مسألة
range	مدى / مجال
recent	حديث / أخير
redraw	إعادة رسم
reference	مرجع
register	مسجل
release	إصدار / إطلاق
resume	استئناف
rotate	تدوير
ruler	مسطرة
ruler bar	شريط المسطرة

قائمة المصطلحات

save	حفظ
screen	شاشة
select	تحديد / اختيار
select all	تحديد الكل
sensitivity	حساسية
Settings	إعدادات
setup	تنصيب
shape	شكل
shift	إزاحة / يزيح
show	عرض / استعراض
signal	إشارة
silkscreen	شاشة حريرية تستخدم للطباعة
simulation	محاكاة
solder	لحام
sources	منابع
specific	محدد / معين
spreadsheet	جدول شامل للبيانات
standard	قياسي
start	بدء / بداية

قائمة المصطلحات

Status bar / Statusbar	شريط الحالة
stop	إيقاف
Sub circuit / Subcircuit	دارة جزئية
support	يدعم/يساند
sweep	يُزيل
switch	قاطع
technical	تقني / تقنية
temperature	درجة الحرارة
time base	القاعدة الزمنية
timer	مؤقت
tips	أطراف / دبابيس
toolbox	صندوق الأدوات
top	أعلى / قمة / فوق
track	مسار / درب / طريق
transfer	يحول
transient	الحالة العابرة
transmission	انتقال / نقل
troubleshooting	عطل / خلل
tube	صمام / أنبوب

قائمة المصطلحات

tune	يُلحّن / يُنغّم
two	اثنان
unit	وحدة
vacuum	فراغ / تفريغ الهواء
vacuum tube	صمام مفرغ من الهواء
value	قيمة
variation	تنوع / مختلف
vertex	قمة
vertical	عمودي / رأسي
view	مشاهدة / رؤية
voltage	فولطية
waveform	الشكل الموجي
width	عرض
window	نافذة
wizard	معالج
word generator	مولد كلمة
Zoom in	تكبير
Zoom out	تصغير

المراجع

الرقم	المرجع	المؤلف
1	مساعدة وشروح برنامج EWB	Interactive Image Technologies Ltd
2	مساعدة وشروح برنامج Ultiboard	National Instruments
3	How to make really good homemade PCBs	Www.electricstuff.co.uk
4	تقنية صناعة لوحات الدوائر المطبوعة بالتصوير الضوئي Photo PCB	Www.dbaasco.com